

**PEMBUATAN *BEADS* SELULOSA XANTAT SEBAGAI MATERIAL
PENDUKUNG TiO₂ MENGGUNAKAN *CROSSLINK* C₄H₆O₄Zn**

SKRIPSI

**Oleh:
HIDAYATUL MUFIDAH
NIM. 16630031**



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**PEMBUATAN *BEADS* SELULOSA XANTAT SEBAGAI MATERIAL
PENDUKUNG TiO₂ MENGGUNAKAN *CROSSLINK* C₄H₆O₄Zn**

SKRIPSI

**Oleh:
HIDAYATUL MUFIDAH
NIM. 16630031**

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**


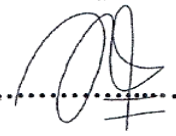

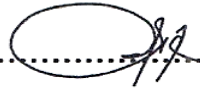
**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**PEMBUATAN *BEADS* SELULOSA XANTAT SEBAGAI MATERIAL
PENDUKUNG TiO_2 MENGGUNAKAN *CROSSLINK* $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{Zn}$**

SKRIPSI

**Oleh:
HIDAYATUL MUFIDAH
NIM. 16630031**

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 22 Juni 2021**

Penguji Utama	: Dr. Akyunul Jannah, S.Si, M.P	(..... )
	NIP. 19750410 200501 2 009	
Ketua Penguji	: Febi Yusniyanti, S.Si, M.Sc	(..... )
	NIP. LB. 68004	
Sekretaris Penguji	: Eny Yulianti, M.Si	(..... )
	NIP. 19760611 200501 2 006	
Anggota Penguji	: Lulu'atul Hamidatu Ulya, M.Sc	(..... )
	NIDT. 19890113 20180201 1 244	

**Mengesahkan,
Ketua Program Studi**


**Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP. 19790620 200604 2 002**

**PEMBUATAN *BEADS* SELULOSA XANTAT SEBAGAI MATERIAL
PENDUKUNG TiO_2 MENGGUNAKAN *CROSSLINK* $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{Zn}$**

SKRIPSI

**Oleh:
HIDAYATUL MUFIDAH
NIM. 16630031**

**Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 21 Juni 2021**

Pembimbing I



**Eny Yulianti, M. Si
NIP. 19760611 200501 006**

Pembimbing II



**Lulu'atul Hamidatu Ulya, M. Sc
NIDT. 19900906 20180201 2 239**

**Mengetahui,
Ketua Program Studi**



**Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP.19790620 200604 2 002**

PERNYATAAN ORISINALITAS TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hidayatul Mufidah

NIM : 16630031

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Pembuatan *Beads* Selulosa Xantat sebagai Material Pendukung TiO_2 *Crosslink* $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{Zn}$

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan atau pemikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atau perbuatan tersebut.

Malang,
Yang membuat pernyataan



Hidayatul Mufidah
NIM. 16630031

MOTTO

Tiga Mantra Kehidupan

مَنْ جَدَّ وَجَدَ

“Barang siapa yang bersungguh-sungguh, maka ia dapat”

مَنْ صَبَرَ ظَفِرَ

“Barang siapa yang bersabar, maka ia beruntung”

مَنْ يَزْرَعْ يَحْصُدْ

“Barang siapa yang menanam, maka ia menuai”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah dan terima kasih kepada diri saya yang sudah berjuang dalam menyelesaikan program sarjana, dan tak luput do'a serta dukungan dari kedua orang tua dan ketiga saudara perempuan saya yang tidak berhentinya memberikan semangat yang sangat luar biasa.

Skripsi ini saya persembahkan untuk Bapak dan Mamak yang telah ikhlas membimbing saya dengan begitu banyak kebahagiaan sehingga saya bisa mengejar impian dan menjalani kehidupan yang Insyaallah kedepannya semakin dipermudah dan dilancarkan oleh Allah Swt. Terima kasih atas semua cinta dan kasih sayang yang telah Bapak dan Mamak berikan kepada saya.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah Swt. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pembuatan *Beads* Selulosa Xantat sebagai Material Pendukung TiO_2 Menggunakan *Crosslink* $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{Zn}$ ”. Selawat serta salam selalu penulis haturkan kepada Nabi Muhammad saw. sosok teladan yang menjadi suri tauladan peradaban dan budaya pemikiran. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikan naskah ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Elok Kamilah Hayati, M.Si selaku ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Eny Yulianti, M.Si selaku dosen pembimbing utama, yang telah banyak memberikan bimbingan, pengalaman, pengarahan, motivasi, dan nasehat kepada penulis.
5. Lulu’atul Hamidatu Ulya, M. Sc selaku dosen pembimbing, yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan yang baik kepada penulis.
6. Dr. Akyunul Jannah, M.P selaku dosen wali dan penguji utama yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan nasehat kepada penulis.
7. Febi Yusniyanti, S.Si, M.Sc selaku dosen penguji yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dengan baik kepada penulis.

8. Segenap civitas akademik Jurusan Kimia, terutama seluruh dosen dan laboran, terimakasih atas segenap ilmu dan bimbingannya.
9. Bapak Muchsin dan Ibu Robi'atul Adawiyah selaku orang tua, yang senantiasa memberikan do'a dan restunya kepada penulis dalam menuntut ilmu.
10. Niswatul Muchsinah, Nazmatul Milah, dan Durrotul Badi'ah selaku kakak-kakak tercinta yang menjadi motivasi penulis untuk menyelesaikan penulisan naskah ini.
11. Alfi Auliyana Purnama Dhewi dan Laili Muyassaroh selaku tim *beads* yang telah memberikan motivasi, pengetahuan, dan segala bantuan kepada penulis untuk penelitian ini.
12. Fattika Muzammila, Niswatul Azizah, Rizqia Rahmatul Umami, dan Titis Budiningtyas selaku warga SKD yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan penulisan naskah ini.
13. Seluruh mahasiswa Jurusan Kimia angkatan 2016 khususnya kelas A yang selalu mendukung dan berbagi ilmu selama proses perkuliahan berlangsung.

Penulis menyadari bahwa naskah ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap semoga naskah ini dapat memberikan manfaat kepada para pembaca. Aamiin Ya Rabbal 'Aalamiin.

Malang, 8 April 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN ORISINILITAS PENELITIAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
مستخلص البحث	xvii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Batasan Masalah	8
1.5 Manfaat Penelitian	8
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 10
2.1 Potensi Selulosa pada Batang Jagung	10
2.2 Pembuatan Selulosa Xantat.....	12
2.3 Potensi Sodium Alginat sebagai <i>Beads</i>	14
2.4 Pembuatan <i>Beads</i> TiO ₂ /Alginat-Selulosa Xantat.....	15
2.5 TiO ₂ sebagai Material Fotokatalis.....	20
2.6 Potensi <i>Beads</i> dalam Degradasi Zat Warna <i>Methylene Blue</i>	22
 BAB III METODE PENELITIAN	 24
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.2 Alat dan Bahan	24
3.2.1 Alat	24
3.2.2 Bahan.....	24
3.3 Rancangan Penelitian	24
3.4 Tahapan Penelitian	26
3.5 Pelaksanaan Penelitian	26
3.5.1 Preparasi Sampel	26
3.5.2 Ekstraksi Selulosa dari Batang Jagung.....	27
3.5.3 Pembuatan Selulosa Xantat	27
3.5.4 Pembuatan <i>Beads</i> TiO ₂ /Alginat-Selulosa Xantat	27
3.5.5 Karakterisasi	28
3.5.5.1 Karakterisasi Gugus Fungsi Menggunakan FTIR.....	28

3.5.5.2 Karakterisasi Morfologi Permukaan Partikel Menggunakan SEM-EDS.....	28
3.5.5.3 Karakterisasi Struktur Kristal Menggunakan XRD	29
3.5.5.4 Karakterisasi Daerah Serapan Sinar dan Energi Celah Pita Menggunakan UV-Vis DRS	29
3.5.5.5 Pengujian Aktivitas Fotokatalitik <i>Beads</i> TiO ₂ /Alginat-Selulosa Xantat Terhadap Larutan <i>Methylene Blue</i>	30
3.5.5.5.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum <i>Methylene Blue</i>	30
3.5.5.5.2 Pembuatan Kurva Standar <i>Methylene Blue</i> ..	30
3.5.5.5.3 Uji Degradasi Larutan <i>Methylene Blue</i> Menggunakan <i>Beads</i> TiO ₂ /Alginat-Selulosa Xantat	31
3.6 Analisis Data	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Ekstraksi Selulosa dari Batang Jagung.....	33
4.2 Pembuatan Selulosa Xantat	36
4.3 Pembuatan <i>Beads</i> TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat.....	37
4.4 Karakterisasi	39
4.4.1 Karakterisasi Gugus Fungsi Menggunakan FTIR.....	39
4.4.2 Karakterisasi Morfologi Permukaan Partikel Menggunakan SEM-EDS	41
4.4.3 Karakterisasi Struktur Kristal Menggunakan XRD	42
4.4.4 Karakterisasi Daerah Serapan Sinar dan Energi Celah Pita Menggunakan UV-Vis DRS	44
4.5 Uji Aktivitas Fotokatalitik <i>Beads</i> TiO ₂ /Alginat-Selulosa Xantat Terhadap Larutan <i>Methylene Blue</i>	47
4.5.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum <i>Methylene Blue</i>	47
4.5.2 Uji Degradasi Larutan <i>Methylene Blue</i> Menggunakan <i>Beads</i> TiO ₂ /Alginat-Selulosa Xantat	47
4.6 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam	52
BAB V KESIMPULAN	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rancangan Percobaan.....	61
Lampiran 2 Diagram Alir.....	62
Lampiran 3 Preparasi Larutan.....	68
Lampiran 4 Perhitungan.....	74
Lampiran 5 Hasil Karakterisasi FT-IR	78
Lampiran 6 Hasil Karakterisasi SEM-EDS	80
Lampiran 7 Hasil Karakterisasi XRD	81
Lampiran 8 Hasil Karakterisasi UV-Vis DRS	85
Lampiran 9 Hasil Analisis UV-Vis.....	88
Lampiran 10 Hasil Karakterisasi Mikroskop Optik.....	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Limbah batang jagung.....	11
Gambar 2.2	Struktur selulosa (Granstrom, 2009).....	12
Gambar 2.3	Struktur selulosa xantat.....	13
Gambar 2.4	Mekanisme reaksi pembuatan selulosa xantat (Wang dkk., 2013)	14
Gambar 2.5	Struktur sodium alginat (Maiti dan Kumari, 2016).....	15
Gambar 2.6	(a) Reaksi <i>crosslink</i> antara alginat dengan ion zink, dan (b) interaksi antara selulosa xantat dan alginat yang bereaksi dengan ion zink (Wang dkk., 2016)	17
Gambar 2.7	Spektra FTIR dari batang jagung murni (RCS) dan modifikasi selulosa xantat (XMCS) (Zheng dan Peipei, 2015)	18
Gambar 2.8	Hasil analisis SEM: (a) <i>beads</i> TiO ₂ /Alginat; (b) <i>cross-section beads</i> TiO ₂ /Alginat; dan (c) spot TiO ₂ pada <i>beads</i> (Dalponte dkk., 2019)	19
Gambar 2.9	Hasil analisis XRD TiO ₂ dalam <i>beads</i> (Dalponte dkk., 2019).....	20
Gambar 2.10	Struktur kristal TiO ₂ anatas (Palupi, 2006).....	21
Gambar 4.1	Mekanisme reaksi proses delignifikasi (Rosdiana, dkk, telah diolah kembali).....	34
Gambar 4.2	(a) Serbuk batang jagung; (b) Lindi hitam setelah proses delignifikasi; dan (b) Pulp hasil delignifikasi	34
Gambar 4.3	(a) Pulp hasil proses <i>bleaching</i> ; dan (b) Ekstrak Selulosa	35
Gambar 4.4	Reaksi pembuatan selulosa xantat (Cowd, 1982)	37
Gambar 4.5	(a) Alkali selulosa; dan (b) Larutan viskosa	37
Gambar 4.6	(a) Pencetakan <i>beads</i> ; (b) <i>Beads</i> basah setelah didiamkan selama 24 jam; dan (c) <i>Beads</i> kering setelah pemanasan pada suhu 37°C	39
Gambar 4.7	Spektra IR: (a) Serbuk batang jagung; (b) Selulosa setelah demineralisasi; dan (c) Selulosa xantat.....	39
Gambar 4.8	Mikrograf <i>beads</i> 0,8 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat: (a) Perbesaran 150x (b) Perbesaran 500x; dan (c) Perbesaran 1000x	41
Gambar 4.9	Difraktogram XRD TiO ₂ ; CaCO ₃ ; dan <i>beads</i> TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat (TiO ₂ =0; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram)	42
Gambar 4.10	Spektra UV-Vis DRS: Hubungan antara % reflektansi dengan panjang gelombang <i>beads</i> TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat (TiO ₂ =0; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram)	44
Gambar 4.11	Spektra UV-Vis DRS: Energi celah pita <i>beads</i> TiO ₂ /Alginat-Selulosa Xantat (TiO ₂ =0; 0,4; 0,6; 0,8)	46
Gambar 4.12	<i>Beads</i> TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat sebelum direndam <i>methylene blue</i> : (a) <i>Beads</i> Alginat-Selulosa xantat; (b) <i>Beads</i> 0,4 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat; (c) <i>Beads</i> 0,6 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat; dan (d) <i>Beads</i> 0,8 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	48
Gambar 4.13	<i>Beads</i> TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat sebelum direndam <i>methylene blue</i> : (a) <i>Beads</i> Alginat-Selulosa xantat; (b) <i>Beads</i> 0,4 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat; (c) <i>Beads</i> 0,6 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat; dan (d) <i>Beads</i> 0,8 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat.....	48

Gambar L.4.1 Kurva standar <i>methylene blue</i> 10 ppm.....	75
Gambar L.5.1 Spektra IR: (a) serbuk batang jagung; (b) selulosa setelah demineralisasi; dan (c) selulosa xantat.....	79
Gambar L.6.1 Mikrograf SEM-EDS <i>beads</i> 0,8 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat perbesaran 1000x	80
Gambar L.6.2 Hasil EDS <i>beads</i> 0,8 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	80
Gambar L.7.1 Difraktogram <i>beads</i> Alginat-Selulosa xantat	81
Gambar L.7.2 Difraktogram <i>beads</i> 0,4 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat.....	82
Gambar L.7.3 Difraktogram <i>beads</i> 0,6 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat.....	83
Gambar L.7.4 Difraktogram <i>beads</i> 0,8 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat.....	84
Gambar L.8.1 Spektra UV-Vis DRS energi celah pita TiO ₂	85
Gambar L.8.2 Spektra UV-Vis DRS energi celah pita <i>beads</i> Alginat-Selulosa xantat.....	85
Gambar L.8.3 Spektra UV-Vis DRS energi celah pita <i>beads</i> 0,4 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	86
Gambar L.8.4 Spektra UV-Vis DRS energi celah pita <i>beads</i> 0,6 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	86
Gambar L.8.5 Spektra UV-Vis DRS energi celah pita <i>beads</i> 0,8 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	87

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Data karakteristik FTIR	25
Tabel 3.2	Data karakteristik SEM-EDX	25
Tabel 3.3	Data karakteristik XRD.....	25
Tabel 3.4	Data karakteristik UV-Vis DRS.....	26
Tabel 3.5	Uji Aktivitas Fotokatalitik	26
Tabel 4.1	Bilangan gelombang (cm^{-1}) spektrum IR dari serbuk batang jagung; selulosa setelah demineralisasi; dan selulosa xantat	40
Tabel 4.2	Ukuran kristal <i>beads</i> $\text{TiO}_2/\text{Alginat-Selulosa}$ xantat ($\text{TiO}_2=0$; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram)	45
Tabel 4.3	Nilai energi celah pita dan panjang gelombang <i>beads</i> $\text{TiO}_2/\text{Alginat-Selulosa}$ xantat ($\text{TiO}_2=0$; 0,4; 0,6; 0,8 gram).....	46
Tabel 4.4	Presentase degradasi larutan <i>methylene blue</i> menggunakan <i>beads</i> $\text{TiO}_2/\text{Alginat-Selulosa}$ xantat pada keadaan gelap (tanpa radiasi sinar UV) dan keadaan terang (diradiasi sinar UV)	49
Tabel 4.5	Nilai presentase degradasi larutan <i>methylene blue</i> dan energi celah pita <i>beads</i> $\text{TiO}_2/\text{Alginat-Selulosa}$ xantat pada kondisi terang (diradiasi sinar UV).....	51
Tabel L.4.1	Ukuran kristal <i>beads</i> $\text{TiO}_2/\text{Alginat-Selulosa}$ xantat ($\text{TiO}_2= 0,4$; 0,6; 0,8 gram)	75
Tabel L.4.2	Data hasil uji fotodegradasi <i>beads</i> $\text{TiO}_2/\text{Alginat-Selulosa}$ xantat dalam kondisi terang (sinar UV)	76
Tabel L.4.3	Data hasil uji fotodegradasi <i>beads</i> $\text{TiO}_2/\text{Alginat-Selulosa}$ xantat dalam kondisi gelap (tanpa disinari UV)	77
Tabel L.7.1	Daftar puncak XRD <i>beads</i> Alginat-Selulosa xantat.....	81
Tabel L.7.2	Daftar puncak XRD <i>beads</i> 0,4 $\text{TiO}_2/\text{Alginat-Selulosa}$ xantat.....	82
Tabel L.7.3	Daftar puncak XRD <i>beads</i> 0,6 $\text{TiO}_2/\text{Alginat-Selulosa}$ xantat.....	83
Tabel L.7.4	Daftar puncak XRD <i>beads</i> 0,8 $\text{TiO}_2/\text{Alginat-Selulosa}$ xantat.....	84
Tabel L.10.1	Ukuran diameter <i>beads</i> $\text{TiO}_2/\text{Alginat-Selulosa}$ Xantat ($\text{TiO}_2= 0$; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram) sebelum direndam larutan <i>methylene blue</i>	93
Tabel L.10.2	Ukuran diameter <i>beads</i> $\text{TiO}_2/\text{Alginat-Selulosa}$ Xantat ($\text{TiO}_2= 0$; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram) sesudah direndam larutan <i>methylene blue</i>	94

ABSTRAK

Mufidah, H. 2021. **Pembuatan *Beads* Selulosa Xantat Sebagai Material Pendukung TiO₂ Menggunakan *Crosslink* C₄H₆O₄Zn**. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Eny Yulianti, M.Si., Pembimbing II: Lulu'atul Hamidatu Ulya, M.Sc.

Kata-kata Kunci: *beads*, alginat-selulosa xantat, katalis TiO₂, zink asetat (C₄H₆O₄Zn)

Beads merupakan partikel bulat dengan struktur berpori dan memiliki ukuran diameter mikrometer sampai milimeter. Penggunaan selulosa dari limbah batang jagung berpotensi sebagai komposisi pembuatan *beads* dengan dilakukan modifikasi menjadi selulosa xantat. Alginat dan selulosa xantat merupakan polimer yang dapat diaplikasikan dalam bentuk *beads* selulosa xantat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat berdasarkan gugus fungsi, struktur kristal, serapan sinar dan energi celah pita, uji aktivitas fotokatalitik, dan morfologi permukaan partikel pada *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat dengan komposisi terbaik.

Pembuatan *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat dilakukan variasi komposisi katalis TiO₂ yaitu 0; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram untuk mengetahui komposisi yang terbaik dalam mendegradasi zat warna *methylene blue*. *Beads* TiO₂/alginat-selulosa xantat dibuat menggunakan metode gelasi ionik karena dapat meningkatkan kekuatan mekanis dari *beads* melalui proses *crosslink* antara alginat dengan C₄H₆O₄Zn 5%. Setelah itu, *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat dikarakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), *X-Ray Diffraction* (XRD), *UV-Vis Diffuse Reflectance Spectra* (DRS), spektrofotometer UV-Vis, dan *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDS).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa selulosa dari limbah batang jagung dapat dimodifikasi menjadi selulosa xantat yang digunakan menjadi komposit dengan alginat membentuk *beads*, berdasarkan spektra IR membuktikan keberhasilan modifikasi selulosa xantat yaitu adanya serapan pada bilangan gelombang 1024 cm⁻¹. Mikrograf SEM menunjukkan bahwa *beads* 0,8 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat memiliki permukaan kasar dan berpori, sedangkan hasil EDS menunjukkan bahwa *beads* 0,8 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat terdapat unsur Ti dan Zn sebesar 1,38% dan 43,55%. Difraktogram XRD menunjukkan bahwa struktur kristal pada *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat terdapat puncak pada posisi sudut $2\theta = 25,28^\circ; 37,0^\circ; 38,58^\circ; 38,6^\circ; 48,08^\circ; 53,9^\circ; 55,1^\circ; \text{ dan } 62,7^\circ$ yang menyatakan bahwa TiO₂ berada pada fase anatas berdasarkan JCPDS No.71-1166. Spektra UV-Vis DRS menunjukkan bahwa *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat efektif dapat menurunkan energi celah pita serta dapat menggeser serapan ke daerah sinar tampak (429-457 nm) material TiO₂. Komposisi *beads* 0,8 TiO₂/Alginat-Selulosa menunjukkan % degradasi tertinggi yaitu 62,1% dengan diradiasi sinar UV.

ABSTRACT

Mufidah, H. 2021. **Making of Cellulose Xanthate Beads As a Support Material for TiO₂ Using C₄H₆O₄Zn Crosslink.** Chemistry Department, Faculty of Science and Technology. State Islamic University Maulana Malik Ibrahim of Malang. Supervisor I: Eny Yulianti, M.Sc., Supervisor II: Lulu'atul Hamidatu Ulya, M.Sc.

Keywords: beads, alginate-cellulose xanthate, TiO₂, zink acetate (C₄H₆O₄Zn)

Beads are round particles with a porous structure and have micrometers in diameter up to millimeters. The use of cellulose from corn stalk waste has the potential as a composition of beads making by being modified to cellulose xanthate. Alginate and cellulose xanthate are polymers that can be applied in cellulose xanthate beads. This research aims to determine the characteristics of TiO₂/Alginate-Cellulose xanthate beads based on functional groups, crystal structure, light absorption and bandgap energy, photocatalytic activity test, and particle surface morphology of TiO₂/Alginate-Cellulose xanthate beads with the best composition.

Making of TiO₂/Alginate-Cellulose xanthate beads varied with the TiO₂ catalyst composition, namely 0; 0.4; 0.6; and 0.8 g to determine the best composition in degrading methylene blue dye. TiO₂/Alginate-Cellulose xanthate beads are formed using the ionic gelation method because it can increase the mechanical strength of the beads through the crosslink process between the alginate and C₄H₆O₄Zn 5%. Then, TiO₂/Alginate-Cellulose xanthate beads were characterized using Fourier Transform Infra Red (FTIR), X-Ray Diffraction (XRD), UV-Vis Diffuse Reflectance Spectra (DRS), UV-Vis spectrophotometer, and Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy (SEM-EDS).

The results showed that cellulose from corn stalk waste could be modified into cellulose xanthate which was used into composites with alginate to form beads, based on IR spectra, it showed that the modification of cellulose xanthate was successful, namely the presence of absorption at a wave number of 1024 cm⁻¹. Micrographs SEM showed that 0.8 TiO₂/Alginate-Cellulose xanthate beads had a rough and porous surface, while the EDS results showed that 0.8 TiO₂/Alginate-Cellulose xanthate beads contained Ti and Zn elements of 1.38% and 43.55%. The XRD diffractogram shows that the crystal structure of the beads has a peak at an angle of 2θ = 25.28°; 37.0°; 38.58°; 38.6°; 48.08°; 53.9°; 55.1°; and 62.7°, which indicates that TiO₂ anatase based on the JCPDS No.71-1166 standard. DRS UV-Vis spectra show that the TiO₂/Alginate-Cellulose xanthate beads can effectively reduce the bandgap energy and can shift the absorption to the visible light area (429-457 nm) of TiO₂ material. The composition of beads 0.8 TiO₂/Alginate-Cellulose showed the highest % degradation, namely 62.1% with UV irradiation.

مستخلص البحث

مفيدة، ه. ٢٠٢١. صناعة الخرز السليلوز **xantat** كمادة داعمة **TiO₂** باستخدام **Crosslink** **C₄H₆O₄Zn**. قسم الكيمياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف الأول: أني يوليانتى الماجستير، المشرف الثاني: لولوعة الحميدة العليا الماجستير.

الكلمة الأساسية: الخرز، الجينات -السليلوز **xantat**، **katalis TiO₂**، وينك الخليك (**C₄H₆O₄Zn**)

الخرز هو ذرة كروية بتركيب مسامية ومعيارها ميكرومتر حتى مليمترات. أن استخدام السليلوز من نفايات ساق الذرة تحتل على تكوين صناعة الخرز بعملية تعديل حتى تكون السليلوز **xantat**. كانت الجينات والسليلوز **xantat** بوليمرات التي تطبيقها على شكل الخرز السليلوز **xantat**. ويهدف من هذا البحث لمعرفة خصائص الخرز **TiO₂/الجينات-السليلوز xantat** بناء على المجموعة الوظيفية، تكوين البلور، وامتصاص الضوء، وقوة فجوة شريطة، اختبار نشاط التحفيزي، وتشكيل الذرة على الخرز **TiO₂/الجينات-السليلوز xantat** بتركيب مفضلة.

صناعة الخرز **TiO₂/الجينات -السليلوز xantat** من خلال تغيير تركيب **katalis TiO₂** وهي ٠،٤؛ ٠،٦ و ٠،٨ جرام لمعرفة تركيب مفضلة في تحفير ذات اللون **methylene blue**. تصنع الخرز **TiO₂/الجينات-السليلوز xantat** باستخدام طريقة التكون الأيونية لأن لترقية قوة الآلي من الخرز من خلال عملية **Crosslink** بين الجينات مع **C₄H₆O₄Zn** ٥%. بعدها، تميز الخرز **TiO₂/الجينات-السليلوز xantat** باستخدام **Fourier Transform Infra Red (FTIR)**, **X-Ray Diffraction**, **spektrofotometer UV-Vis**, **UV-Vis Diffuse Reflectance Spectra (DRS)**, **(XRD)** و **Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy (SEM-EDS)**. ونتائج من هذا البحث تدل على أن السليلوز من نفايات ساق الذرة تستطيع أن تعدل حتى تكون السليلوز **xantat** التي تستخدم لتكون مركبا بالجينات في تكوين الخرز، بناء على **spektra IR** صدق على نجاح التعديل السليلوز **xantat** وهي الامتصاص عند رقم موجة 1024 cm^{-1} . صور مجهرية **SEM** تدل على أن الخرز **TiO₂/الجينات -السليلوز xantat** فيه سطح حقير ومسامية، أما نتيجة **EDS** تدل على أن الخرز **TiO₂/الجينات -السليلوز xantat** فيه عنصر **Ti** و **Zn** على الأكثر ١،٣٨% و ٤٣،٥٥%. الحيود **XRD** يدل على أن تركيب البلوري في الخرز **TiO₂/الجينات -السليلوز xantat** فيه الذروة في محل الزاوية $2\theta = 25,28^\circ$; $37,0^\circ$; $38,58^\circ$; $38,6^\circ$; $48,08^\circ$; $53,9^\circ$; $55,1^\circ$ الذي يصرح أن **TiO₂** في المرحلة الأولى بناء على **JCPDS** عدد ٧١-١١٦. الأطياف **UV-Vis DRS** يدل على أن الخرز **TiO₂/الجينات -السليلوز xantat** يمكن أن تنقص فعالية قوة فجوة شريطة وتنقل النفس إلى مكان الضوء الظاهر (٤٥٧-٤٢٩ nm) مادة **TiO₂**. تكوين الخرز **TiO₂/الجينات -السليلوز xantat** يدل على % تحفير الأعلى وهي ٦٢،١% بسناء الضوء **UV**.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu makanan pokok di beberapa wilayah Indonesia. Kebutuhan jagung setiap tahunnya semakin meningkat seiring dengan banyaknya permintaan dalam skala industri. Berdasarkan data Kementerian Pertanian pada tahun 2017, menyatakan bahwa luas panen jagung di Jawa Timur mencapai 1,2 juta hektar. Selama ini, bagian dari jagung yang dapat dimanfaatkan adalah bijinya, sedangkan bagian lain seperti daun, batang, dan tongkol jagung belum dimanfaatkan secara maksimal. Sehingga, bagian tersebut yang dianggap menjadi limbah pertanian. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2015, bahwa produktivitas tanaman jagung di Indonesia mencapai 51,78 kuintal/hektar. Dari jumlah tersebut, dapat dihasilkan limbah jenis lignoselulosik yang besar dari batang jagung.

Pemanfaatan limbah batang jagung secara maksimal dilakukan agar limbah mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Sebagai sumber serat, batang jagung cukup berpotensi untuk dikembangkan sebagai pakan ternak (Umiyasih dan Wina, 2008), bahan pembuatan pulp kertas (Fenny, dkk., 2016) dan pulp cetak (Aziz, dkk., 2014), sedangkan dalam bidang kimia dapat dimanfaatkan sebagai pembuatan papan komposit (Karyawan, dkk., 2017), adsorben (Latifah, dkk., 2019), dan *beads* (Azizah, dkk., 2018).

Firman Allah Swt. menegaskan bahwa manusia sebagai khalifah bertugas untuk memakmurkan bumi dan melestarikan lingkungan. Harapannya manusia dapat melestarikan lingkungan dengan cara mengolah limbah untuk mencegah

kerusakan lingkungan. Memanfaatkan limbah pertanian salah satunya dari batang jagung merupakan salah satu bentuk pelestarian lingkungan, karena limbah biasa dianggap sebagai sesuatu yang berdampak negatif dan tidak berguna. Akan tetapi, dalam penelitian ini dapat membuktikan bahwa limbah batang jagung memiliki kandungan selulosa cukup tinggi yang dapat dimanfaatkan menjadi *beads*. Hal ini didasarkan pada QS. Al-A'raf ayat 56:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

Artinya: “Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, setelah diciptakan dengan baik. Sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdo'alah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.” (QS. Al-A'raf [7]: 56).

Menurut Tafsir Al-Maraghi (1993), dijelaskan larangan berbuat kerusakan di muka bumi ini, maka kita sebagai makhluk yang berakal selayaknya dapat menjaga dan melestarikan lingkungan. Karena, Allah telah menciptakan hal-hal yang bermanfaat dan menunjukkan cara melestarikannya. Salah satu bentuk perbaikan yang harus dilakukan manusia adalah mengolah dan memanfaatkan limbah hasil pertanian. Hal ini disebabkan oleh kurangnya kesadaran akan manfaat limbah dan permintaan dalam industri terus meningkat digunakan sebagai bahan baku alternatif. Sehingga semakin berkurangnya cadangan bahan baku yang berasal dari sumber daya alam.

Batang menjadi bagian morfologi yang berfungsi untuk menopang tubuh tanaman jagung. Komponen yang terdapat dalam batang jagung yaitu 42,6% selulosa, 21,3% hemiselulosa, 8,2% lignin (Sarkar, dkk., 2012) dan 9-11% kadar air (Lv dan Wu, 2012). Selulosa merupakan komponen terbanyak yang terdapat di

dalam dinding sel pelindung tumbuhan terutama pada batang, sehingga berpotensi besar untuk dijadikan sumber selulosa.

Selulosa memiliki sifat biokompatibel serta ramah lingkungan, karena mudah terdegradasi, dapat diperbarui, dan tidak beracun. Selulosa termasuk polimer hidrofilik dengan tiga gugus hidroksil yang dapat dimanfaatkan untuk memodifikasi selulosa dengan memasukkan gugus fungsi tertentu pada selulosa (Mulyadi, 2019). Secara umum, kemampuan selulosa dalam pembentukan *beads* tidak terlalu tinggi, sehingga untuk meningkatkan kemampuan selulosa maka dilakukan modifikasi (Azizah, dkk., 2019). Hal ini, gugus $-OH$ pada selulosa mengalami ikatan hidrogen antar molekulnya. Oleh karena itu, peningkatan kualitas dari selulosa perlu dilakukan, salah satunya dengan dilakukan modifikasi menjadi turunannya (Lou, dkk., 2013).

Selulosa dapat dimodifikasi untuk menghasilkan turunan-turunannya menjadi *cellulose carbamate* (CC), *cellulose acetate butyrate* (CAB), *cellulose acetate* (CA), dan *cellulose xanthate* (CXA) (Gericke, dkk., 2013). Modifikasi selulosa menjadi selulosa xantat lebih mudah karena prosesnya tanpa dilakukan isolasi terlebih dahulu. Selain itu, selulosa xantat memiliki kristanilitas dan stabilitas termal yang tinggi. Semakin tinggi stabilitas termal yang dimiliki maka semakin kristalin, karena kristanilitas yang tinggi dapat meningkatkan kemampuan dalam pembentukan *beads* (Puspitasari, dkk., 2017). Pada penelitian ini jenis prekursor yang digunakan untuk bahan pembuatan *beads* adalah selulosa xantat.

Penggunaan alginat mampu membentuk *beads*, karena memiliki sifat *biodegradable* (Sonmez, dkk., 2016), hidrofilik, biokompatibel dan relatif ekonomis (Ibrahim dan Salmawi, 2012). Selain itu, alginat memiliki sisi aktif yang

mampu berikatan dengan kation divalen karena adanya gugus karboksil (Sonmez, dkk., 2016). Menurut Ren dkk. (2016), alginat memiliki kestabilan rendah dan mudah terdegradasi secara termal. sehingga untuk meningkatkan efektifitasnya dalam pembentukan *beads*, alginat umumnya ditambahkan material lain. Penambahan ini dilakukan untuk menstabilkan gel alginat (Castro, dkk., 2009).

Beads dibuat dengan mencampurkan antara alginat dan selulosa xantat (Azizah, dkk., 2018). Menurut Gericke dkk. (2013), selulosa *beads* yaitu suatu partikel yang berbentuk bulat memiliki diameter berskala mikro sampai milimeter. Berdasarkan penelitian dari Azizah dkk. (2018), komposisi alginat-selulosa xantat terbaik adalah 1:3 dengan bentuk *beads* yang bulat dan kaku. Pada penelitian ini, upaya untuk meningkatkan penggunaan *beads* yaitu dengan dilakukan uji aktivitas fotokatalitik, sehingga perlu ditambahkan material katalis yang berperan sebagai fotokatalis.

Material yang digunakan sebagai fotokatalis merupakan bahan semikonduktor, seperti TiO_2 , ZnO , CeO_2 , ZnS dan CdS (Dasela, 2012). Secara umum, katalis yang memiliki kemampuan fotodegradasi yaitu TiO_2 karena termasuk salah satu material semikonduktor dengan energi celah pita yang lebar yaitu 3,20 eV (Schmidth, 2007). Selain itu, TiO_2 memiliki stabilitas kimia yang tinggi, tidak beracun, dan ramah lingkungan (Raguphaty, dkk., 2014). Fotokatalis heterogen TiO_2 telah menjadi material yang biasa digunakan, karena memiliki aktivitas yang tinggi dengan dilakukan pengembangan pada material pendukung yang menyebabkan bertambahnya luas permukaan dari fotokatalis tersebut (Sunardi, dkk., 2012). Pengembangan dilakukan pada alginat-selulosa xantat karena mempunyai luas permukaan relatif tinggi.

Pada penelitian ini, dilakukan variasi TiO_2 untuk mengetahui komposisi yang terbaik dalam pembuatan *beads* terhadap kemampuan fotodegradasi. Menurut Sarkar dkk. (2015), pembuatan *beads* dengan komposisi TiO_2 -alginat dengan perbandingan 1:2 memiliki kemampuan fotodegradasi secara optimum. Hasil analisis SEM menurut Dalponte dkk. (2019), menunjukkan bahwa *beads* dengan material pendukung TiO_2 dapat mengisi pori dalam *beads*.

Pembentukan *beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat dapat menggunakan beberapa metode, salah satunya adalah metode gelasi ionik. Metode ini dinilai yang paling mudah karena termasuk dalam metode yang sederhana. Metode gelasi ionik melibatkan proses *crosslink* antara polielektrolit dengan pasangan ion multivalennya yang dapat memperkuat kekuatan mekanis dari partikel yang terbentuk (Ghosh, 2006). Metode gelasi ionik melibatkan agen pengikat silang (*crosslinking agent*) berupa ion divalen, diantaranya adalah Ba^{2+} , Ca^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{2+} , dan Cu^{2+} (Choi dkk., 2009). Proses *crosslink* menghasilkan *beads* yang lebih kuat (Park dan Yeo, 2007).

Agan *crosslink* yang digunakan pada penelitian ini yaitu Zn^{2+} pada senyawa zink asetat ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_4\text{Zn}$) untuk mengikat silang antara alginat dengan Zn^{2+} . Menurut Puspitasari dkk. (2017), bahwa alginat dapat membentuk gel dengan kation divalen Zn^{2+} sehingga dapat menghasilkan *beads* yang kaku. Konsentrasi larutan *crosslink* juga dapat mempengaruhi dalam pembentukan *beads*. Berdasarkan penelitian dari Febrianisa (2012), bahwa konsentrasi zink asetat ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_4\text{Zn}$) dalam pembuatan *beads* dengan variasi 3%, 4% dan 5% menghasilkan bentuk *beads* yang berbeda-beda. Pada konsentrasi 3% dihasilkan *beads* dengan bentuk tidak bulat, pipih, dan saling menempel antar *beads*. Pada konsentrasi 4% dan 5% dihasilkan *beads* dengan

bentuk bulat, akan tetapi *beads* dengan konsentrasi 5% dihasilkan *beads* yang lebih bulat, kaku, dan tidak lengket. Hal ini, dikarenakan semakin banyak jumlah zink yang terikat pada polimer, maka semakin besar tautan silang yang terjadi dalam *beads*, sehingga *beads* yang dihasilkan semakin bulat. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan agen *crosslink* zink asetat ($C_6H_6O_4Zn$) konsentrasi 5%.

Beberapa penelitian telah dilakukan sebagai alternatif untuk pengolahan limbah zat warna yaitu fotodegradasi dengan menggunakan fotokatalis dan sinar UV (Wahi dkk., 2005). Salah satunya dengan membuat *beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat yang digunakan untuk mendegradasi zat warna. *Beads* Alginat- TiO_2 memiliki kemampuan adsorpsi tinggi serta tidak menghambat aktivitas fotokatalitik TiO_2 (Mallakpour dkk., 2019). Aktivitas fotodegradasi *methylene blue* sangat besar menggunakan fotokatalis TiO_2 , karena mampu menyerap energi matahari secara optimal (Fatimah dan Karna, 2005).

Menurut Mallakpour dkk. (2019), bahwa alginat- TiO_2 memiliki kemampuan menguraikan zat warna *methylene blue*, yang menunjukkan bahwa adanya fotokatalis TiO_2 yang terimobilisasi pada alginat sehingga dapat mendegradasi zat warna *methylene blue*. Hasil uji fotodegradasi menyatakan bahwa degradasi maksimum menggunakan pewarna *methylene blue* 10 ppm oleh fotokatalis TiO_2 sekitar 40% dengan menggunakan sinar UV, sedangkan pada kondisi gelap mampu mendegradasi sekitar 28%. Pada penelitian ini, uji fotodegradasi dengan pewarna *methylene blue* dilakukan pada kondisi terang (disinar lampu UV) dan kondisi gelap (tanpa disinari lampu UV).

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dalam meningkatkan efektifitas *beads* diperlukan adanya material pendukung berupa TiO_2 , sehingga pada

penelitian ini dilakukan variasi TiO_2 untuk mendapatkan komposisi *beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat yang terbaik terhadap kemampuan fotodegradasi. Pembuatan *beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat dilakukan dengan penambahan agen *crosslink* berupa $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_4\text{Zn}$ 5%. Selanjutnya dikarakterisasi berdasarkan gugus fungsi serbuk batang jagung, selulosa setelah hidrolisis, dan selulosa xantat menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), mengetahui morfologi permukaan *beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat terbaik terhadap kemampuan fotodegradasi menggunakan *Scannig Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDS), mengetahui struktur dan ukuran kristal TiO_2 menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD), mengukur serapan sinar serta energi celah pita TiO_2 menggunakan UV-Vis *Diffuse Reflectance Spectroscopy* (DRS), dan uji fotodegradasi *beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu:

1. Bagaimana karakteristik gugus fungsi, struktur kristal, serapan sinar serta energi celah pita, dan uji aktivitas fotokatalitik pada *beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat ?
2. Bagaimana uji fotokatalitik
3. Bagaimana morfologi permukaan partikel pada *beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat dengan komposisi yang terbaik ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui karakteristik gugus fungsi, struktur kristal, serapan sinar serta energi celah pita, dan uji aktivitas fotokatalitik pada *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat.
2. Untuk mengetahui morfologi permukaan partikel pada *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat dengan komposisi yang terbaik.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Limbah batang jagung yang digunakan berasal dari Desa Ngajum, Kabupaten Malang.
2. Komposisi TiO₂:Alginat:Selulosa xantat menggunakan perbandingan 1:1:3.
3. Fotokatalis yang digunakan adalah TiO₂ anatas.
4. Porogen CaCO₃ yang digunakan adalah 2 gram.
5. Agen *crosslink* yang digunakan adalah zink asetat (C₄H₆O₄Zn) 5%.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Meminimalisir dampak pembuangan limbah batang jagung.
2. Meningkatkan nilai ekonomis limbah pertanian berupa batang jagung.
3. Dapat dijadikan sebagai sumber kajian literasi tentang material penyusun *beads* berbasis selulosa yang ramah lingkungan sebagai adsorben.

4. Menambah wawasan dalam mengembangkan aplikasi *beads* selulosa sesuai dengan karakteristiknya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Potensi Selulosa pada Batang Jagung

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ جَانِبَهُ أَزْوَاجًا مِنْ نَبَاتٍ
شَتَّى ﴿٥٣﴾

Artinya: “Yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan Yang telah menjadikan bagimu di bumi jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam.” (QS. Thaha ayat 53).

Firman Allah dalam QS. Thaha ayat 53 di atas menjelaskan bahwa, Allah telah menganugerahkan nikmat kehidupan yang telah menjadikan bumi sebagai tempat berpijak dengan menumbuhkan berbagai jenis tumbuh-tumbuhan yang bermanfaat bagi kelangsungan hidup serta lingkungan.

Menurut Tafsir Jalalain dijelaskan bahwa lafadz *Syatta* berarti warna dan rasa, sedangkan menurut Tafsir Al-Maraghi, *Syatta* yang berarti bentuk jama' dari *syatit* yakni bermacam-macam manfaat, rasa, warna dan bentuk (Al-Maraghi, 1993; Al-Mahalli dan As-Suyuti, 2009). Allah menurunkan hujan dari langit, lalu mengeluarkan berbagai jenis tumbuh-tumbuhan, seperti biji-bijian dan buah-buahan. Juga mengeluarkannya dengan berbagai manfaat, warna, aroma, dan bentuk. Salah satu tumbuhan yang dapat dimanfaatkan biji serta limbah seperti batang yaitu jagung. Biji jagung dapat digunakan sebagai sumber makanan pokok pengganti nasi. Sedangkan limbah jagung dari batangnya dapat dijadikan *beads* selulosa.

Sementara itu, Allah juga menyebutkan anugerah yang sedemikian itu dalam firman-Nya (Al-Jasyah, 45: 13):

وَسَخَّرَكُم مَّا فِي السَّمَاوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُ ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿١٣﴾

Artinya: “Dan Dia menundukkan untukmu apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi semuanya, (sebagai rahmat) dari pada-Nya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda kekuasaan Allah bagi kaum yang berpikir.” (Al-Jasiyah [45]: 13).

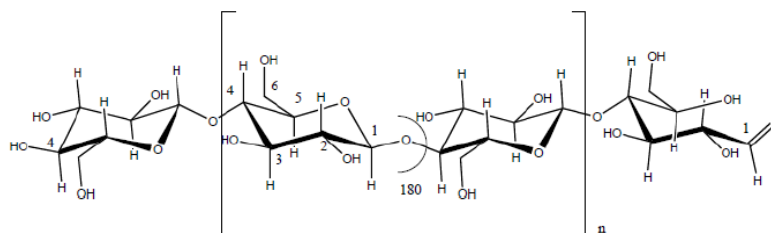
Menurut Tafsir Jalalain dijelaskan bahwa, apa yang ada di langit berupa matahari, bulan, bintang-bintang, air hujan dan lain-lainnya, serta apa yang ada di bumi berupa binatang-binatang, pohon-pohonan, tumbuh-tumbuhan, sungai-sungai dan lain-lainnya. Maksudnya, Allah menciptakan kesemuanya itu untuk dimanfaatkan oleh manusia (Al-Mahalli dan As-Suyuti, 2009).

Pemanfaatan limbah lignoselulosik termasuk bentuk pelestarian lingkungan, salah satunya adalah limbah dari batang jagung karena didalamnya mengandung 42,6% selulosa, 21,3% hemiselulosa, 8,2% lignin dan 9-11% kadar air (Lv dan Wu, 2012). Limbah batang jagung memiliki manfaat yang berlimpah karena kandungan selulosa yang cukup tinggi. Selain mampu sebagai adsorben, selulosa batang jagung dapat dimodifikasi sehingga dapat digunakan sebagai material pembuatan *beads*.



Gambar 2.1 Limbah batang jagung

Selulosa merupakan senyawa organik yang tidak larut dalam air dengan rumus molekul $(C_6H_{10}O_5)_n$ yang berfungsi sebagai komponen struktur tumbuhan dan merupakan kandungan utama dalam serat tumbuhan (Saleh, dkk., 2009). Selulosa merupakan polimer glukosa yang membentuk rantai linier dan dihubungkan oleh ikatan β -1,4 glikosidik untuk membentuk dimer yang disebut unit dasar selulosa (Demirbas, 2008). Struktur selulosa terdapat pada gambar berikut:



Gambar 2.2 Struktur selulosa (Granstrom, 2009)

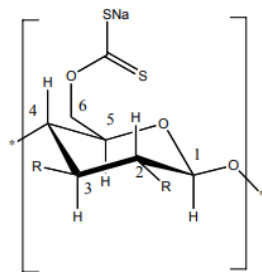
Selulosa batang jagung memiliki kereaktifan pada gugus hidroksil ($-OH$) yang dapat mempengaruhi kapasitas adsorpsi yang terkandung (Zheng, dkk., 2010). Kapasitas adsorpsi selulosa batang jagung murni lebih rendah daripada selulosa yang termodifikasi. Untuk dilakukan modifikasi selulosa yaitu dengan merusak gugus $-OH$ pada C-6, C-3 dan C-2 (Lou, dkk., 2013). Pada penelitian ini, turunan selulosa yang digunakan sebagai prekursor adalah selulosa xantat.

2.2 Pembuatan Selulosa Xantat

Selulosa dapat dimodifikasi berdasarkan turunannya. Salah satunya adalah selulosa xantat yang dapat digunakan sebagai *beads* (Zugeinmer, 2008), adsorben

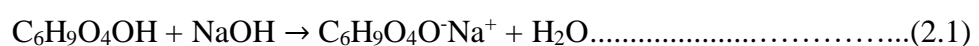
dan filamen rayon (Gericke, dkk., 2013). Modifikasi xantat sebagai adsorben memiliki kestabilan yang tinggi dalam menyerap logam, karena kapasitas dan afinitas adsorpsinya yang tinggi, sehingga selulosa xantat berpotensi sebagai adsorben.

Pembuatan selulosa xantat lebih mudah, karena prosesnya tanpa diisolasi dari campuran terlebih dahulu (Gericke, dkk., 2013). Selulosa xantat dibuat dengan mereaksikan selulosa alami dan karbon disulfida (CS_2) menggunakan larutan NaOH (Swatloski, dkk., 2002). Menurut Lee dan Mooney (2012), reaksi ini terjadi perubahan warna alkali selulosa dari yang berwarna putih menjadi jingga karena terbentuknya disodium tritiokarbonat (Na_2CS_3). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Azizah, dkk., 2018) konsentrasi pelarut terbaik adalah NaOH 6% dengan nilai viskositas 0,024 Pa.s yang diekstraksi dari batang jagung.

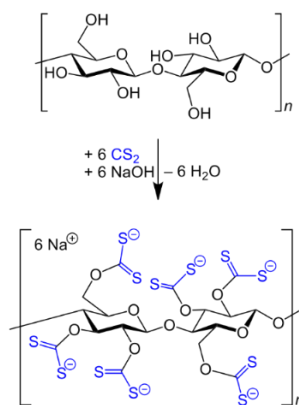


Gambar 2.3 Struktur selulosa xantat

Reaksi antar monomer selulosa dengan NaOH adalah sebagai berikut (Homagai, dkk., 2011):



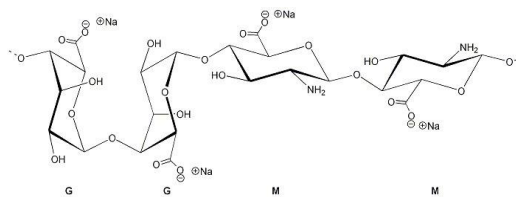
Mekanisme reaksi pembentukan selulosa xantat sebagaimana Gambar 2.4 menyatakan bahwa selulosa dilarutkan dalam NaOH untuk membentuk alkali selulosa. Kemudian gugus alkali selulosa $[C_6H_5O_4-Na]_n$ direaksikan dengan NaOH dan karbon disulfida (CS_2) menghasilkan selulosa xantat dalam bentuk viskosa yang ditandai dengan berubahnya warna alkali selulosa yang semula berwarna putih menjadi jingga karena terbentuknya disodium tritrikarbonat (Na_2CS_2) (Rodgers dan Waddel. 2013).



Gambar 2.4 Mekanisme reaksi pembuatan selulosa xantat (Wang dkk., 2013)

2.3 Potensi Sodium Alginat sebagai *Beads*

Sodium alginat adalah biopolimer alami berasal dari rumput laut coklat (Ibrahim dkk, 2012), memiliki sifat *biodegradable* dan terdapat sisi aktif pada gugus fungsi karboksilat (Sonmez, dkk., 2016). Sodium alginat mampu membentuk gel dengan cara induksi gugus karboksil karena adanya kation bivalen seperti Ca^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} dan Ba^{2+} (Kuo dan Ma, 2008). Berikut struktur dari sodium alginat:



Gambar 2.5 Struktur sodium alginat (Maiti dan Kumari, 2016)

Sodium alginat memiliki kestabilan yang rendah dan mudah terdegradasi secara termal (Ren, dkk., 2016), sehingga pemanfaatan sodium alginat dengan mengkombinasi bahan pendukung lainnya, seperti selulosa dan karbon aktif (Choi, dkk., 2009). Menurut Azizah dkk. (2018), sodium alginat dikombinasikan dengan selulosa xantat untuk pembuatan *beads* dengan komposisi alginat-selulosa xantat yang terbaik adalah 1:3 menghasilkan *beads* yang bulat dan kaku.

2.4 Pembuatan *Beads* TiO₂/Alginat-Selulosa Xantat

Beads merupakan mikrokapsul berbentuk bulat dimana senyawa dilapisi dan dienkapsulasi, mempunyai diameter mulai dari 50 μm hingga 2 mm. *Beads* memiliki bentuk tiga dimensi dan bersifat hidrofobik (Khazaeli, dkk., 2008; Patil, dkk., 2010). *Beads* memiliki struktur berpori, luas permukaan tinggi, reaktivitas dan kekuatan mekanik yang tinggi (Suvachittanont dan Pookingdao, 2013).

TiO₂/Alginat-Selulosa xantat berpotensi dalam pembentukan *beads*. Menurut Dastan dan Chaure (2014), TiO₂ merupakan material semikonduktor yang umumnya digunakan sebagai fotokatalis, karena TiO₂ memiliki energi celah pita yang lebar yaitu 3,20 eV. Selain itu, TiO₂ memiliki stabilitas tinggi, tidak beracun, dan dapat digunakan berulang kali tanpa kehilangan aktivitas katalitiknya (Yu, dkk., 2006; Smith, dkk., 2010; Chen, dkk., 2012). Aktivitas fotokatalis dapat ditingkatkan dengan pengembangan fotokatalis pada material pendukung yang

menyebabkan bertambahnya luas permukaan dari fotokatalis tersebut (Sunardi, dkk., 2012). Pengembangan dilakukan pada Aginat-Selulosa xantat karena mempunyai luas permukaan yang relatif tinggi.

Penambahan porogen dalam pembuatan *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat sebagai agen pembentuk gas (pengembang) sehingga dapat membentuk pori. Menurut Choi dkk. (2002), penambahan porogen CaCO₃ pada pembuatan *beads* menghasilkan *beads* yang lebih halus dan memiliki kekuatan mekanik yang tinggi. Pembentukan pori oleh CaCO₃ yang tersebar di matriks alginat dan direaksikan dengan HCl untuk membentuk gas CO₂.

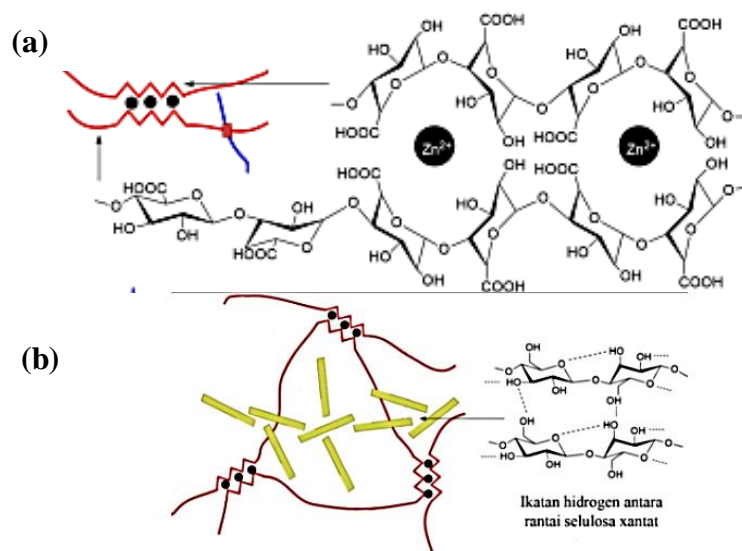
Reaksi yang terjadi adalah :



Metode gelasi ionik merupakan salah satu metode pembuatan *beads* dengan penggabungan ikatan silang rantai-rantai polimer dengan adanya ikatan ion yang berlawanan membentuk jaringan tiga dimensi yang kaku (hidrogel) (Patil, dkk., 2010). Menurut Latifah dkk. (2019), metode gelasi ionik merupakan metode yang paling sederhana dan tidak membutuhkan perancangan alat.

Agen *crosslink* yang biasa digunakan dalam metode gelasi ionik adalah, CaCl₂, MgCl₂, BaCl₂, dan zink asetat (C₄H₆O₄Zn) (Racovita, dkk., 2009). Ikatan silang (*crosslink*) terjadi melalui ikatan kovalen dan ikatan ionik. Secara fisik, ikatan silang terjadi perubahan disebabkan termal, yaitu ikatan yang putus oleh pemanasan dan mengikat kembali setelah pendinginan (Latifah, dkk., 2019). Agen *crosslink* zink asetat (C₄H₆O₄Zn) dihasilkan *beads* yang bulat dan kaku (Puspitasari, dkk., 2017). Menurut Lin dkk. (2012), *crosslink* zink asetat (C₄H₆O₄Zn) terbentuk gugus –COO– alginat dan –CO– selulosa yang bermuatan

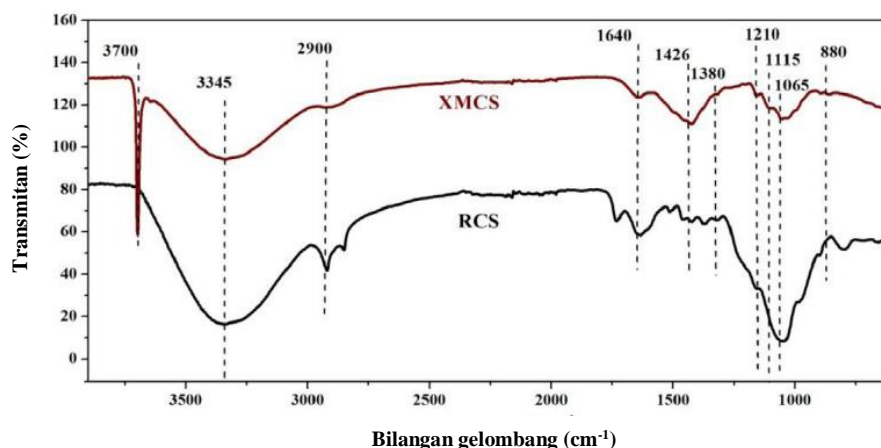
negatif dengan ion positif Zn^{2+} membentuk model “*egg box*” sebagaimana Gambar 2.7 (a). Selulosa xantat akan berinteraksi dengan alginat dan Zn^{2+} ikatan hidrogen terbentuk antara rantai selulosa xantat, sebagaimana Gambar 2.7 (b):



Gambar 2.6 (a) Reaksi *crosslink* antara alginat dengan ion zink, dan (b) Interaksi antara selulosa xantat dan alginat yang bereaksi dengan ion zink (Wang, dkk., 2016)

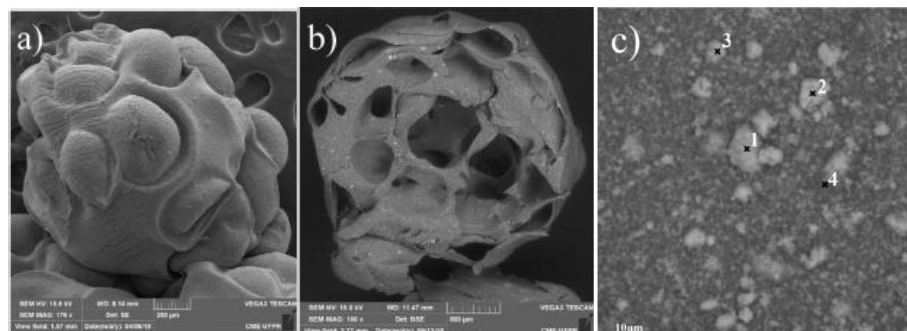
Konsentrasi larutan *crosslink* dapat mempengaruhi dalam pembentukan *beads*. Menurut Latifah dkk. (2019), larutan *crosslink* dalam pembuatan *beads* konsentrasi zink asetat ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{Zn}$) 5% menunjukkan hasil *beads* bulat, lebih kaku, dan permukaan yang lebih teratur. Hal ini, semakin banyak jumlah zink yang terikat pada polimer, maka semakin besar ikatan silang yang terjadi dan bentuk *beads* yang dihasilkan bulat. Sedangkan menurut penelitian Mayori dkk. (2018), pembuatan *beads* menggunakan agen *crosslink* CaCl_2 dihasilkan *beads* yang bulat dengan struktur yang kurang halus. Pada penelitian ini menggunakan agen *crosslink* zink asetat ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{Zn}$) 5%.

Berdasarkan penelitian dari Zheng dan Peipei (2015), hasil analisis gugus fungsi menggunakan *Forier Transform Infra-Red* (FTIR) didapatkan serapan bilangan gelombang 3345, 2900, 1700 1640, 1380, 1210 dan 1065 cm^{-1} menunjukkan selulosa murni. Serapan H *stretching* pada gugus OH (3345 cm^{-1}), pada gugus C-H (2900 cm^{-1}), *stretching* asimetris dari ester gugus C-O (1700 cm^{-1}), mode *bending* dari penyerapan air (1640 cm^{-1}), gugus C-H (1380 cm^{-1}), asimetris *bridge stretching* gugus C-O (1210 cm^{-1}), gugus C-O-C dari hidroksi primer *stretching* (1065 cm^{-1}). Ketika diekstraksi menggunakan pelarut NaOH, serapan bilangan gelombang yang didapatkan mengalami pengurangan transmitan secara signifikan yaitu 3345, 1700, 1640,1380, dan 1065 cm^{-1} . Hal ini, bertambahnya kandungan selulosa akibat hilangnya senyawa lignin pada batang jagung. Setelah penambahan CS_2 menunjukkan bilangan gelombang 1210, 1115, dan 1065 cm^{-1} yang mengindikasikan gugus $-\text{O}-\text{C}(=\text{S})-\text{S}$. Spektra khas dari gugus $-\text{O}-\text{C}(=\text{S})-\text{S}$ pada bilangan gelombang 1115 cm^{-1} . Sedangkan pada gugus $-\text{OH}$ dalam struktur selulosa C2, C3, dan C6 pada bilangan gelombang 880 cm^{-1} .



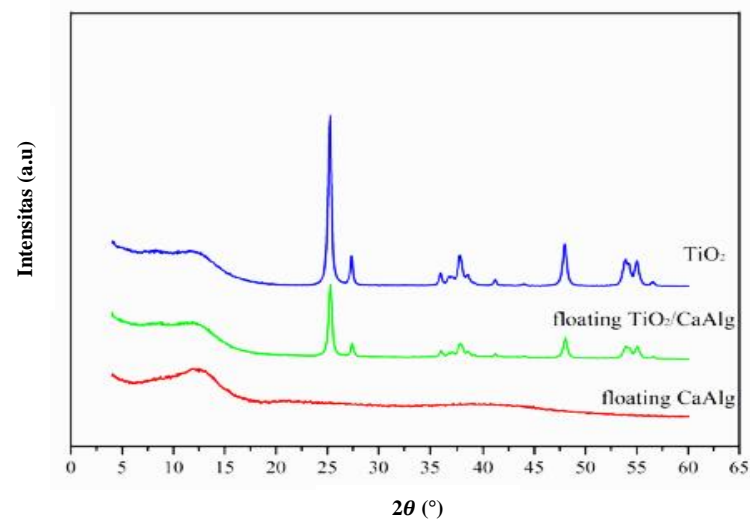
Gambar 2.7 Spektra FTIR dari batang jagung murni (RCS) dan modifikasi selulosa xantat (XMCS) (Zheng dan Peipei, 2015)

Hasil analisis berdasarkan morfologi permukaan *beads* TiO₂/Alginat menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), ditunjukkan pada Gambar 2.7(a) adanya TiO₂ dalam *beads* TiO₂/Alginat dengan permukaan yang tidak teratur. Sedangkan pada Gambar 2.7(b) *cross-section beads* TiO₂/Alginat terlihat adanya rongga kosong dalam partikel katalis yang terbentuk, dapat disimpulkan bahwa fotokatalis TiO₂ yang diembankan telah mengisi pori-pori *beads*. Pada Gambar 2.7(c) adanya bintik-bintik putih (spot) pada *beads* yang ditandai dengan (titik 1, 2 dan 3) merupakan spot TiO₂ yang memiliki rasio atom Ti masing-masing 23,2; 23,8; dan 21,8%, sedangkan pada titik 4 memiliki rasio atom Ti 17,2% (Dalponte, dkk., 2019).



Gambar 2.8 Hasil analisis SEM: (a) *beads* TiO₂/Alginat; (b) *cross-section beads* TiO₂/Alginat; dan (c) spot TiO₂ pada *beads* (Dalponte, dkk., 2019)

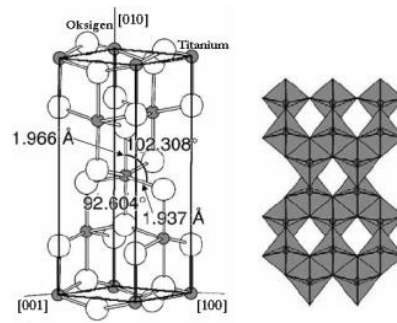
Karakterisasi X-Ray *Diffraction* (XRD) untuk mengetahui struktur kristal dari TiO₂. Pada gambar di bawah ini, menunjukkan puncak difraksi muncul pada posisi sudut 2θ pada 25,42; 27,81; 36,28; 37,97; 41,42; 48,21; 53,97, dan 55,35. Hal ini menegaskan bentuk TiO₂ anatase sesuai *Joint Committee on Powder Diffraction Standards* (JCPDS) No.83.2243 (Dalponte, dkk., 2019).



Gambar 2.9 Hasil analisis XRD TiO_2 dalam *beads* (Dalponte, dkk., 2019)

2.5 TiO_2 Sebagai Material Fotokatalis

Titanium dioksida (TiO_2) adalah senyawa oksida berwarna putih, tidak beracun, dan tahan karat (Fatimah dan Wijaya, 2005), selain memiliki bentuk tetragonal yaitu memiliki luas permukaan lebih besar dan lebih reaktif dalam menyerap energi foton (Choi, 2006), memiliki energi celah pita sebesar 3,2 eV yang aktif di bawah sinar UV (Palupi, 2006), sebagaimana Gambar 2.10. Hal ini, TiO_2 dapat berperan sebagai katalis, karena mempunyai kemampuan untuk berinteraksi dengan reaktan untuk menghasilkan senyawa antara yang lebih efektif dan mempercepat laju reaksinya (Fatimah dan Karna, 2005). Secara umum, TiO_2 digunakan sebagai material semikonduktor dengan aktivitas fotokatalis yang tinggi (Fatimah dan Wijaya, 2005).



Gambar 2.10 Struktur kristal TiO_2 anatase (Palupi, 2006)

Fotokatalis adalah reaksi kimia yang berjalan dengan bantuan katalis yang aktif ketika disinari cahaya (Tussa'adah dan Astuti, 2015). Fotokatalis mampu mempercepat laju reaksi oksidasi maupun reduksi melalui reaksi fotokimia (Wulandari, dkk., 2014). Material fotokatalis yang banyak digunakan adalah TiO_2 , maka untuk mengaktifkan katalis TiO_2 membutuhkan energi foton (Tussa'adah dan Astuti, 2015). Fotokatalis semikonduktor yaitu fotoaktif, mampu memanfaatkan cahaya tampak atau mendekati UV dan tidak beracun. Menurut Khan dkk. (2017), material semikonduktor digunakan sebagai fotokatalis karena adanya daerah energi yang kosong (daerah celah pita) terdapat diantara batas pita konduksi dan pita valensi yang disebut dengan energi celah pita.

Proses fotokatalisis mempunyai beberapa keunggulan dibanding dengan proses biologi atau oksida kimia lainnya. Pertama reaksi fotokatalitik tidak spesifik, sehingga mampu digunakan untuk mendestruksi senyawa-senyawa organik dalam lingkup yang luas. Kedua, daya oksida proses ini sangat kuat sehingga seringkali mampu mendegradasi senyawa organik. Ketiga, proses ini, mampu mendegradasi senyawa-senyawa beracun yang tidak dapat didegradasi dengan proses biologi. Keempat, proses ini bisa digunakan untuk fase cair, misalnya untuk pengolahan air limbah dan pemurnian air. Kelima proses ini dapat memanfaatkan sinar matahari

sebagai sumber sinar ultraviolet sehingga dapat mengurangi biaya operasi (Chang, 2000; Hoffman, 1995).

2.6 Potensi *Beads* dalam Degradasi Zat Warna *Methylene Blue*

Fotodegradasi merupakan proses penguraian suatu senyawa organik dengan bantuan energi foton, membutuhkan fotokatalis sebagai material semikonduktor, dan berdasarkan pada prinsip fotokatalitik (Alinsafi, dkk., 2007). Prinsip fotokatalitik yaitu perpindahan elektron dengan adanya energi foton pada logam semikonduktor dari pita valensi ke pita konduksi. Perpindahan elektron ini mengakibatkan lubang elektron (*hole*) yang mampu berinteraksi dengan pelarut air sehingga membentuk radikal $\cdot\text{OH}$ yang bersifat aktif dan dapat menguraikan target senyawa organik (Rahmayani dan Z, 2013).

Fotodegradasi merupakan metode alternatif yang mudah diterapkan dengan fotokatalis TiO_2 . Sehingga, fotokatalis TiO_2 mampu menguraikan limbah zat warna menjadi komponen-komponen sederhana melalui oksidasi fotokatalitik (Lestari, dkk., 2015). Proses degradasi *methylene blue* oleh fotokatalis dapat menghasilkan senyawa-senyawa organik yang aman bagi lingkungan karena toksisitasnya rendah (Wardhani, dkk., 2016). *Methylene blue* merupakan salah satu zat warna yang digunakan karena mudah diperoleh dengan harga terjangkau. Zat warna ini berperan penting sebagai warna dasar dalam proses pewarna di industri kulit dan kain katun. Penggunaan *methylene blue* dapat menimbulkan beberapa efek seperti iritasi jika tersentuh kulit, iritasi saluran pencernaan jika tertelan, dan menimbulkan sianosis jika terhirup (Hamdaoui dan Chiha, 2007).

Uji fotodegradasi menggunakan fotokatalis TiO_2 mampu menyerap energi matahari secara optimal. Semakin banyak radikal hidroksil ($\cdot\text{OH}$) yang dihasilkan maka *methylene blue* yang didegradasi akan lebih besar (Riyani, dkk., 2012). Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Mallakpour, dkk., 2019), menyatakan bahwa degradasi maksimum menggunakan pewarna *methylene blue* 10 ppm oleh fotokatalis TiO_2 dengan menggunakan sinar lampu UV dihasilkan % degradasi sebesar 40%, sedangkan pada kondisi gelap mendegradasi sekitar 28%. Sehingga, semakin kecil konsentrasi *methylene blue* maka semakin besar kemampuan degradasinya. Pada penelitian ini uji fotodegradasi menggunakan pewarna *methylene blue* dengan konsentrasi 10 ppm.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli-Desember 2020 di Laboratorium Riset Kimia Fisik Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi seperangkat alat gelas, seperangkat alat refluks, desikator, oven, mortar dan alu, kertas pH, *hot plate*, timbangan analitik, kertas saring, termometer, *aluminium foil*, *magnetic stirrer*, *syringe*, fotoreaktor, seperangkat instrumen: FTIR; SEM-EDS; XRD; UV-Vis DRS; dan UV-Vis.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi limbah batang jagung, Natrium hidroksida (NaOH) p.a, Asam klorida (HCl) 37% p.a, Karbon disulfida (CS₂), Kalsium karbonat (CaCO₃) p.a, Natrium klorit (NaClO₂) p.a, Asam asetat (CH₃COOH) p.a, Zink asetat (C₄H₆O₄Zn) 5%, Sodium alginat (C₆H₇O₆Na)_n, Titanium dioksida (TiO₂), *Methylene blue*, Aquademin, dan Aquades.

3.3 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan bersifat eksperimental laboratorium dengan menggunakan limbah batang jagung yang diekstraksi menggunakan NaOH

berfungsi untuk menghilangkan senyawa non-selulosa berdasarkan gugus fungsinya. Kemudian modifikasi selulosa menjadi selulosa xantat menggunakan CS_2 dan NaOH 6%. Setelah itu, pembuatan *beads* ditambahkan katalis TiO_2 dengan variasi 0; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram, selanjutnya ditambahkan alginat:selulosa xantat dengan perbandingan 1:3. Penambahan porogen CaCO_3 2 gram untuk membentuk pori dalam *beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat. Pembentukan *beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat menggunakan metode gelasi ionik yang dilakukan dalam larutan *crosslink* $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{Zn}$ supaya didapatkan *beads* yang kaku. Setelah itu, dikarakterisasi berdasarkan:

Tabel 3.1 Data karakteristik FTIR

Spektra IR
Serbuk batang jagung (a)
Ekstrak selulosa (b)
Selulosa xantat (c)

Tabel 3.2 Data karakteristik SEM-EDS

Mikrograf SEM-EDS
<i>Beads</i> TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat perbesaran 150x
<i>Beads</i> TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat perbesaran 500x
<i>Beads</i> TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat perbesaran 1000x

Tabel 3.3 Data karakteristik XRD

Difraktogram XRD
<i>Beads</i> TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat
<i>Beads</i> 0,4 TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat
<i>Beads</i> 0,6 TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat
<i>Beads</i> 0,8 TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat

Tabel 3.4 Data karakteristik UV-Vis DRS

Spektra UV-Vis DRS
TiO_2
<i>Beads</i> TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat
<i>Beads</i> 0,4 TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat
<i>Beads</i> 0,6 TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat
<i>Beads</i> 0,8 TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat

Tabel 3.5 Uji Aktivitas Fotokatalitik

% Degradasi
Kondisi Gelap
<i>Beads</i> Alginat-Selulosa xantat
<i>Beads</i> 0,4 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat
<i>Beads</i> 0,6 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat
<i>Beads</i> 0,8 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat
Kondisi Terang
<i>Beads</i> Alginat-Selulosa xantat
<i>Beads</i> 0,4 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat
<i>Beads</i> 0,6 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat
<i>Beads</i> 0,8 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Preparasi sampel
2. Ekstraksi selulosa dari batang jagung
3. Pembuatan selulosa xantat
4. Pembuatan *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat
5. Uji aktivitas fotokatalitik
6. Karakterisasi
7. Analisis data

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Preparasi Sampel

Limbah batang jagung dibersihkan dan dikeringkan di bawah sinar matahari. Sampel kering dihaluskan dengan digiling dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Kemudian di oven selama 24 jam pada suhu 90°C. Serbuk yang diperoleh merupakan sampel penelitian dan dikarakterisasi menggunakan FTIR (Latifah, dkk., 2019).

3.5.2 Ekstraksi Selulosa dari Batang Jagung

Serbuk batang jagung sebanyak 50 gram direndam menggunakan NaOH 10% sebanyak 1000 mL pada suhu 80°C selama 90 menit. Ekstrak yang diperoleh kemudian dicuci beberapa kali dengan aquades sampai pH netral dan diperas. Setelah itu, ditambahkan 200 mL NaClO₂ 1% dan ditambahkan CH₃COOH 10% sampai pH 5 pada suhu 75°C selama 1 jam. Selanjutnya dicuci beberapa kali menggunakan aquades sampai pH netral dan diperas. Ekstrak selulosa yang didapatkan dihidrolisis menggunakan refluks dengan ditambahkan HCl 5% (1:20) pada suhu 90°C selama 1 jam sehingga didapatkan *microfiber*-terdispersi. *Micro* selulosa yang diperoleh dikarakterisasi menggunakan FTIR (Azizah, dkk., 2018).

3.5.3 Pembuatan Selulosa Xantat

Ekstrak selulosa 5 gram direndam dalam NaOH 20% sebanyak 40 mL selama 3 jam. Kemudian diperas dan didiamkan selama 60 jam pada suhu kamar untuk *aging*. Selulosa alkali yang diperoleh direaksikan dengan 2,5 mL CS₂ 37%, kemudian ditambahkan NaOH 6% sebanyak 10 mL. Selanjutnya di *shaker* dengan kecepatan 150 rpm pada suhu 25°C selama 3 jam. (Wang, dkk., 2013) Sampel dikarakterisasi menggunakan FTIR.

3.5.4 Pembuatan *Beads* TiO₂/Alginat-Selulosa Xantat

TiO₂ ditimbang dengan variasi penambahan 0; 0,4; 0,6; 0,8 gram, kemudian dilarutkan ke dalam 200 mL aquademin, diaduk menggunakan *stirrer* selama 30 menit. Ditambahkan Alginat-Selulosa xantat dengan perbandingan 1:3. Alginat ditambahkan 4 gram, kemudian diaduk menggunakan *stirrer* hingga homogen. Setelah itu, ditambahkan 12 gram selulosa xantat. Ditambahkan 2 gram CaCO₃ sebagai porogen dan diaduk menggunakan *stirrer* hingga homogen

(Sarkar, dkk., 2015). Kemudian diteteskan menggunakan *syringe* ke dalam 100 mL $C_4H_6O_4Zn$ 5% sebagai agen *crosslink* dan *beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat yang dihasilkan didiamkan selama 24 jam (Suvachittanont dan Pookingdao, 2013).

Beads TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat yang dihasilkan, kemudian disaring dan dicuci menggunakan aquademin. Setelah itu, ditambahkan HCl 1 mmol/L dengan perbandingan 1:8. *Dishaker* pada kecepatan 150 rpm, kemudian *beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat disaring dan dicuci menggunakan aquademin hingga netral. Setelah itu, *beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat dioven pada suhu 37°C selama 5 jam (Suvachittanont dan Pookingdao, 2013). *Beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat dikarakterisasi dengan FTIR, SEM-EDS, XRD, UV-Vis DRS dan uji fotodegradasi.

3.5.5 Karakterisasi

3.5.5.1 Karakterisasi Gugus Fungsi Menggunakan FTIR

Karakterisasi gugus fungsi dianalisis menggunakan FTIR, sampel yang dikarakterisasi diantaranya serbuk batang jagung, selulosa setelah hidrolisis, dan selulosa xantat. Selanjutnya, padatan KBr digerus hingga menjadi serbuk menggunakan mortar *agate*. Kemudian, ditempatkan pada preparat dan di pres agar terbentuk pelet. Setelah itu, sampel ditempatkan pada sampel *holder* dan dilanjutkan pengukuran pada bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1} .

3.5.5.2 Karakterisasi Morfologi Permukaan Partikel Menggunakan SEM-EDS

Karakterisasi morfologi permukaan partikel *beads* alginat-selulosa xantat dengan komposisi terbaik terhadap kemampuan fotodegradasi menggunakan SEM-EDS Sampel ditempatkan pada *carbon tape* dan *fine gold sputtering*. Kemudian, divakumkan ruang sampel hingga 10^{-6} torr. Setelah itu

dilakukan pengoprasian alat (Sujatno, dkk., 2015). Tegangan akselerasi diatur selama pemindaian berjalan supaya mendapatkan hasil yang diinginkan. Setelah itu gambar diambil pada perbesaran yang optimal hingga diperoleh morfologi permukaan.

3.5.5.3 Karakterisasi Struktur Kristal Menggunakan XRD

Karakterisasi ini menggunakan X-Ray *Diffraction* (XRD) untuk mengetahui struktur dan ukuran kristal material TiO₂. Pengukuran XRD pada rentang $2\theta(^{\circ}) = 10-90$ dengan sumber radiasi monokromator Cu-K α ($\lambda=1,54056 \text{ \AA}$) pada 40 kV dan arus 30 mA. Sampel dihaluskan menjadi serbuk halus, kemudian ditempatkan pada preparat. Selanjutnya ditempatkan pada *sample holder* dan disinari dengan sinar-X. Hasil karakterisasi berupa difraktogram berupa grafik hubungan antara sudut difraksi 2θ dan intensitas. Selanjutnya dibandingkan dengan standar *Joint Commite on Powder Diffraction Standards* (JCPDS) No. 71-1166. Selanjutnya untuk mengetahui ukuran kristal TiO₂ menggunakan persamaan Debye-Scherrer, sebagai berikut:

$$D = \frac{K\lambda}{\beta \cos \theta} \dots\dots\dots(3.1)$$

dengan: D = ukuran kristal (nm)

K = konstanta (0,9)

λ = panjang gelombang

β = integrasi luas puncak refleksi (FWHM)

3.5.5.4 Karakterisasi Daerah Serapan Sinar dan Energi Celah Pita Menggunakan UV-Vis DRS

Karakterisasi ini menggunakan UV-Vis *Diffuse Relectance Spectroscopy* (DRS) untuk menentukan energi celah pita dan panjang gelombang *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xanta berdasarkan data yang diperoleh. Sampel

ditempatkan pada *sample holder* dalam bentuk serbuk halus kemudian diukur presentase reflektansinya. Pengukuran dilakukan pada rentang panjang gelombang 200-800 nm. Selanjutnya dianalisis menggunakan *software* origin dan dianalisis menggunakan persamaan Kubelka-Munk sebagai berikut:

$$F(R) = \left(\frac{(1-R)^2}{2R} = \frac{K}{s} \right) \dots \dots \dots (3.2)$$

dengan: $F(R)$ = faktor Kubelka-Munk
 R = nilai reflektan yang diukur
 K = koefisien absorpsi molar
 s = koefisien *scattering*

3.5.5.5 Pengujian Aktivitas Fotokatalitik *Beads* TiO₂/Alginat-Selulosa Xantat Terhadap Larutan *Methylene Blue*

3.5.5.5.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum *Methylene Blue*

Larutan *methylene blue* 10 ppm diatur pada pH 6 dengan ditambahkan HCl 0,1 N dan NaOH 0,1 N. Kemudian diukur panjang gelombang maksimum menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400-700 nm. Nilai absorbansi terbesar merupakan panjang gelombang maksimum.

3.5.5.5.2 Pembuatan Kurva Standar *Methylene Blue*

Larutan baku *methylene blue* dibuat dengan konsentrasi 2; 4; 6; 8; dan 10 ppm. Larutan diukur absorbansinya masing-masing pada panjang gelombang 665 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Setelah itu, dibuat kurva standar dengan sumbu-x adalah konsentrasi dan sumbu-y adalah absorbansi. Kemudian diperoleh persamaan garis $y = ax + b$.

3.5.5.5.3 Uji Degradasi Larutan *Methylene Blue* Menggunakan *Beads* TiO₂/Alginat-Selulosa Xantat

Uji degradasi pada *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat dengan zat warna *methylene blue* ditentukan dengan dimasukkan 0,1 gram *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat (TiO₂= 0; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram) ke dalam 25 mL *methylene blue* 10 ppm pada *beaker glass* 50 mL. Kemudian dimasukkan ke dalam fotoreaktor pada keadaan gelap, dimana *beaker glass* dibungkus menggunakan alumunium foil selama 60 menit. Selanjutnya diberikan sinar UV dengan jarak lampu terhadap larutan 10 cm selama 180 menit (Dalponte, dkk., 2019). Setelah itu, diukur absorbansi dengan spektrofotometer UV-Vis dengan λ 665 nm. Hasil karakterisasi uji fotodegradasi pada *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa didapatkan data absorbansi dari analisis spektroskopi UV, kemudian dihitung untuk mengetahui %degradasi menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ Degradasi} = \left(\frac{X_0 - X_t}{X_t} \right) \times 100 \% \dots\dots\dots (3.3)$$

dengan: X_0 = konsentrasi awal

X_t = konsentrasi setelah kondisi gelap/terang

3.6 Analisis Data

1. Hasil karakterisasi FTIR berupa spektra dari serbuk batang jagung, selulosa setelah hidrolisis, dan selulosa xantat. Selanjutnya spektra yang diperoleh dianalisis menggunakan *software* origin kemudian dibandingkan dengan literatur yang diidentifikasi munculnya senyawa baru atau senyawa yang hilang.
2. Hasil karakterisasi SEM-EDS berupa morfologi dari *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat yang terbaik terhadap kemampuan fotodegradasi. Selanjutnya

morfologi yang diperoleh dianalisis menggunakan *software image-J* untuk mengetahui morfologi permukaan *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat.

3. Hasil karakterisasi XRD untuk mengetahui struktur TiO₂ yang dianalisis menggunakan *software* origin, kemudian dibandingkan dengan data standar *Joint Committee on Powder Diffraction Standards* (JCPDS). Selanjutnya untuk mengetahui ukuran kristal TiO₂ menggunakan persamaan Debye-Scherrer.
4. Hasil karakterisasi UV-Vis DRS untuk mengetahui energi serapan sinar dan celah pita dari *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat. Selanjutnya dianalisis menggunakan *software* origin dan dianalisis menggunakan persamaan Kubelka-Munk dibandingkan dengan literatur.
5. Hasil karakterisasi uji aktivitas fotokatalitik pada *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa didapatkan data absorbansi dari analisis spektroskopi UV, kemudian dihitung untuk mengetahui % degradasi.

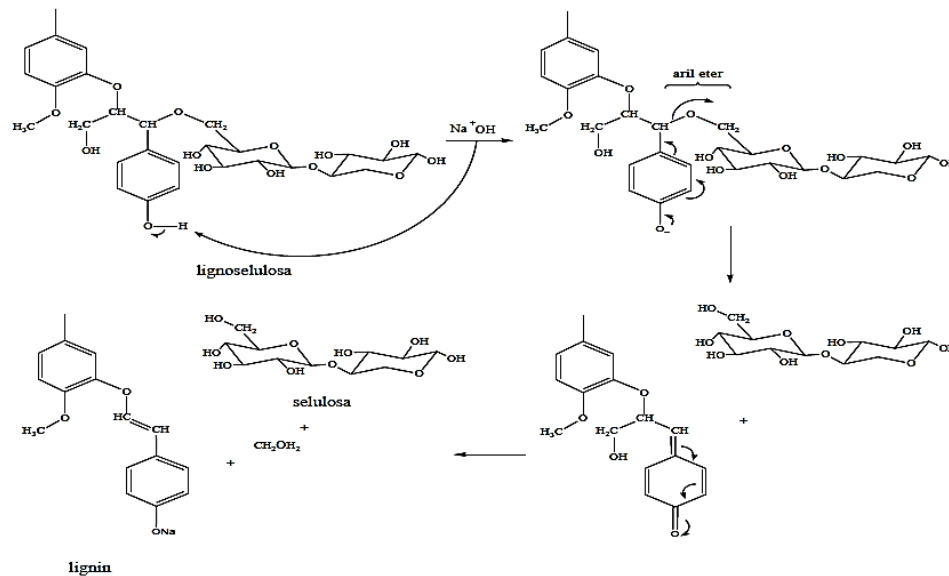
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan: (a) Ekstraksi selulosa dari limbah batang jagung; (b) Modifikasi selulosa menjadi selulosa xantat; (c) Pembentukan *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat dengan variasi (TiO₂= 0; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram) menggunakan metode gelasi ionik dengan *crosslink* zink asetat (C₆H₆O₄Zn). *Beads* yang diperoleh dilakukan karakterisasi menggunakan: (a) FTIR untuk mengetahui gugus fungsi dari serbuk batang jagung, selulosa setelah hidrolisis, dan selulosa xantat; (b) SEM-EDS untuk mengetahui morfologi permukaan *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat; (c) XRD untuk mengetahui struktur dan ukuran kristal TiO₂; (d) UV-Vis DRS untuk mengetahui nilai energi celah pita TiO₂; dan (e) Uji fotodegradasi untuk mengetahui kemampuan fotodegradasi *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat dalam mengurai limbah zat warna *methylene blue*.

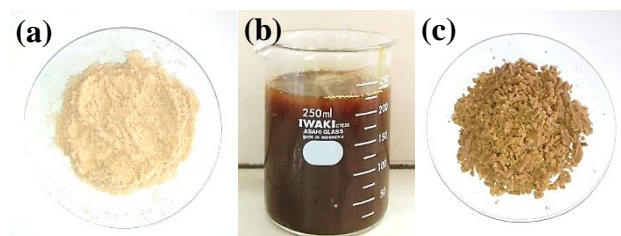
4.1 Ekstraksi Selulosa dari Limbah Batang Jagung

Ekstraksi selulosa bertujuan untuk memisahkan molekul selulosa dari senyawa non-selulosa, seperti lignin, hemiselulosa, dan senyawa lainnya. Ekstraksi selulosa dilakukan beberapa proses, yaitu diawali dengan proses delignifikasi bertujuan untuk menghilangkan lignin maupun senyawa non-selulosa dengan penambahan NaOH 10% pada serbuk batang jagung untuk melarutkan lignin sekaligus hemiselulosa dengan memutus ikatan hidrogen dan oksigen pada gugus OH fenolik dari lignin, sehingga ikatan antara lignin dan selulosa akan terputus. Mekanisme reaksi yang terjadi pada proses delignifikasi sebagaimana Gambar 4.1.



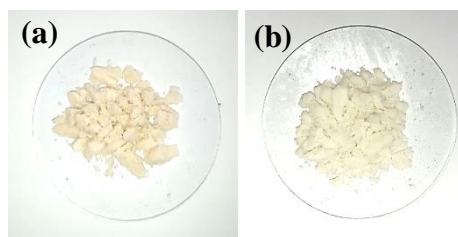
Gambar 4.1 Mekanisme reaksi proses delignifikasi (Rosdiana, dkk., 2013, telah diolah kembali)

Mekanisme reaksi proses delignifikasi adalah NaOH akan terdisosiasi menjadi ion Na^+ dan OH^- , ion OH^- akan menyerang atom H yang terikat pada gugus OH fenolik lignin dan mengalami resonansi, sehingga ikatan lignin dan selulosa terputus, sedangkan pada ion Na^+ akan berikatan dengan nukleofil lignin dan membentuk garam fenolat yang mudah larut. Hasil larutan garam fenolat ditandai dengan warna larutan menjadi hitam yang disebut lindi hitam pada Gambar 4.2 (b).



Gambar 4.2 (a) Serbuk batang jagung; (b) Lindi hitam setelah proses delignifikasi; dan (b) Pulp hasil proses delignifikasi

Ekstraksi selulosa pada proses delignifikasi dihasilkan pulp berwarna kecoklatan yang dimungkinkan masih terdapat adanya senyawa lignin sebagaimana Gambar 4.2 (c). Oleh karena itu, tahap ekstraksi dilanjutkan dengan proses pemutihan (*bleaching*) menggunakan sodium klorit (NaClO_2) 1% bertujuan untuk menghilangkan dan mendegradasi warna dari lignin. Pada proses ini NaClO_2 dikondisikan dalam suasana asam dengan penambahan CH_3COOH 10%. Menurut Rahmadiar dkk. (2018), NaClO_2 optimum pada suasana asam sehingga lignin dapat larut dalam air. Hasil proses *bleaching* didapatkan pulp berwarna putih kekuningan, sebagaimana Gambar 4.3 (a). Ekstrak selulosa dari hasil proses *bleaching* dilanjutkan dengan proses demineralisasi menggunakan asam encer berupa HCl 5% bertujuan untuk menghilangkan residu lignin dan hemiselulosa yang masih tersisa sehingga menghasilkan produk berupa mikrokristalin. Hasil proses demineralisasi yaitu ekstrak selulosa yang ditandai warna putih, sebagaimana Gambar 4.3 (b).



Gambar 4.3 (a) Pulp hasil proses *bleaching*; dan (b) Ekstrak selulosa

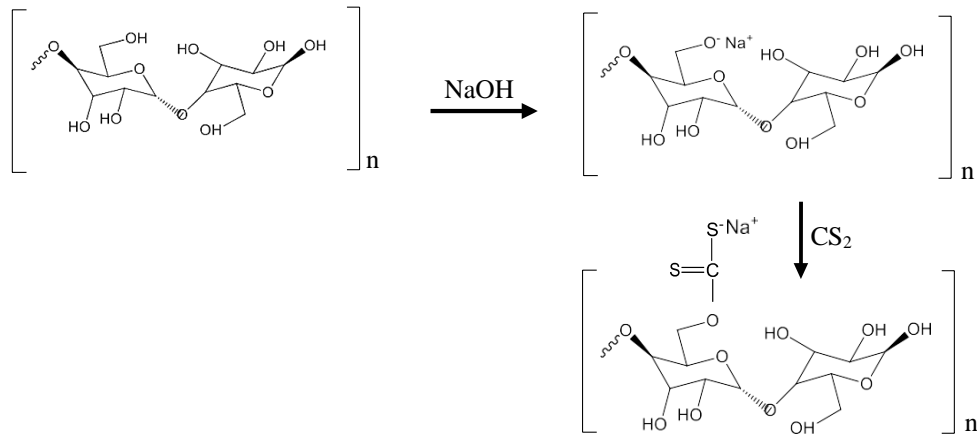
Ekstrak selulosa yang dihasilkan berasal dari serbuk batang jagung sebesar 50 gram, kemudian setelah dilakukan proses ekstraksi selulosa diperoleh sebesar 32 gram. Hal ini terjadi penurunan berat serbuk batang jagung yang menunjukkan

bahwa senyawa non-selulosa berupa lignin dan hemiselulosa telah berhasil dipisahkan, sehingga randemen selulosa yang diperoleh sebesar 36%.

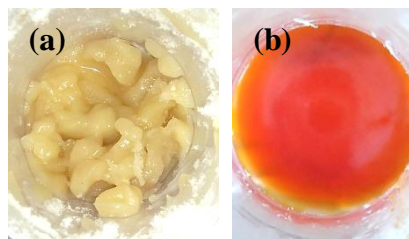
4.2 Pembuatan Selulosa Xantat

Modifikasi selulosa menjadi selulosa xantat bertujuan untuk meningkatkan kemampuan selulosa dalam pembentukan *beads*. Menurut Puspitasari (2007), selulosa xantat memiliki kristanilitas dan stabilitas termal yang tinggi. Semakin tinggi stabilitas termal yang dimiliki maka semakin kristalin, sehingga dapat meningkatkan daya ikat pada *beads*. Selulosa xantat dibuat dengan mereaksikan alkali selulosa dengan karbon disulfida (CS_2) yang dilarutkan menggunakan NaOH.

Pembuatan selulosa xantat dilakukan dengan mereaksikan alkali selulosa dengan ditambahkan CS_2 37% untuk memodifikasi selulosa yaitu dengan merusak gugus $-\text{OH}$ pada C-2, C-3, dan C-6. Kemudian dilarutkan menggunakan NaOH berfungsi untuk memecah ikatan antara hidrogen dengan oksigen, sehingga CS_2 akan lepas dan digantikan oleh ion hidroksil yang menghasilkan regenerasi selulosa atau disebut dengan viskosa. Sebagaimana mekanisme reaksi pembentukan selulosa xantat pada Gambar 4.4. Bentuk fisik dari alkali selulosa berwarna putih, sedangkan larutan viskosa berwarna kekuningan sebagaimana Gambar 4.5. Hal ini sesuai dengan penelitian Mulyawan, dkk. (2015), selulosa xantat ditandai dengan warna larutan kekuningan (*yellow crumb*).



Gambar 4.4 Reaksi pembuatan selulosa xantat (Cowd, 1982)



Gambar 4.5 (a) Alkali selulosa; dan (b) Larutan viskosa

4.3 Pembuatan *Beads* TiO₂/Alginat-Selulosa Xantat

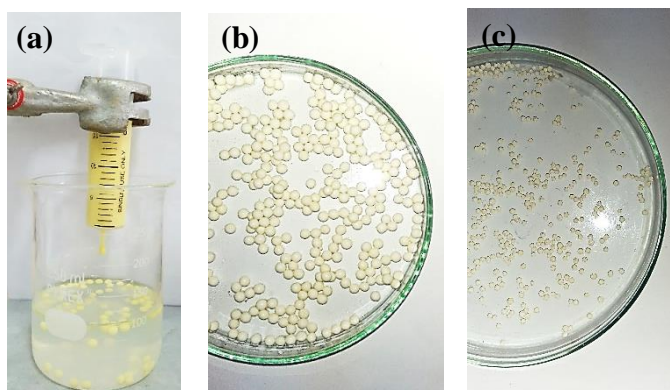
Pembuatan *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat dilakukan dengan menggunakan teknik *dropping* yaitu campuran larutan dimasukkan ke dalam *syringe* yang diteteskan ke dalam larutan *crosslink*, sebagaimana Gambar 4.6 (a). Komposisi *beads* terdiri dari alginat sebagai agen pembentuk gel, selulosa xantat sebagai komposit, TiO₂ sebagai fotokatalis, dan porogen CaCO₃ sebagai pembentuk pori dalam *beads*, dan C₄H₆O₄Zn (zink asetat) sebagai *crosslink*. Pada pembuatan *beads* ini diberi penambahan katalis TiO₂ dengan variasi 0,4; 0,6; dan 0,8 gram. Variasi TiO₂ tersebut diharapkan dapat mengetahui komposisi *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat yang terbaik terhadap kemampuan fotodegradasi.

Penambahan TiO_2 sebagai material pendukung karena pada penempatan komponen aktif TiO_2 pada *beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa Xantat berfungsi untuk memperbanyak situs aktif, sehingga interaksi antara reaktan dengan katalis semakin besar. Oleh karena itu, reaksi pembentukan produk akan berjalan dengan cepat. Pembuatan *beads* yang berbentuk bola manik dapat mempermudah proses fotodegradasi sehingga tidak bercampur dengan zat warna yang menyebabkan terjadinya kekeruhan pada saat proses fotodegradasi.

Pencetakan *beads* menggunakan metode gelasi ionik dengan melibatkan proses *crosslink*. Agen *crosslink* yang digunakan adalah $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{Zn}$ berfungsi sebagai agen pengikat silang antara zink dengan alginat sehingga dihasilkan *beads* yang kaku. Perendaman *beads* selama 24 jam dalam larutan $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{Zn}$ berfungsi untuk meningkatkan proses tautan silang antara alginat-selulosa dengan $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{Zn}$. Selanjutnya *beads* dilakukan pencucian menggunakan HCl berfungsi untuk menghilangkan porogen CaCO_3 . Reaksi yang terjadi adalah:



Reaksi tersebut menyatakan bahwa interaksi antara porogen CaCO_3 dengan HCl akan terdapat gelembung CO_2 yang menandakan bahwa di dalam *beads* terbentuk pori-pori. *Beads* yang dihasilkan sebagaimana Gambar 4.6 (b), selanjutnya *beads* dilakukan pengeringan pada suhu 37°C untuk menghilangkan kadar air didalamnya sehingga *beads* mengalami penyusutan diameter. Hal ini karena terpisahnya kadar air didalam *beads* sebagaimana Gambar 4.6 (c).

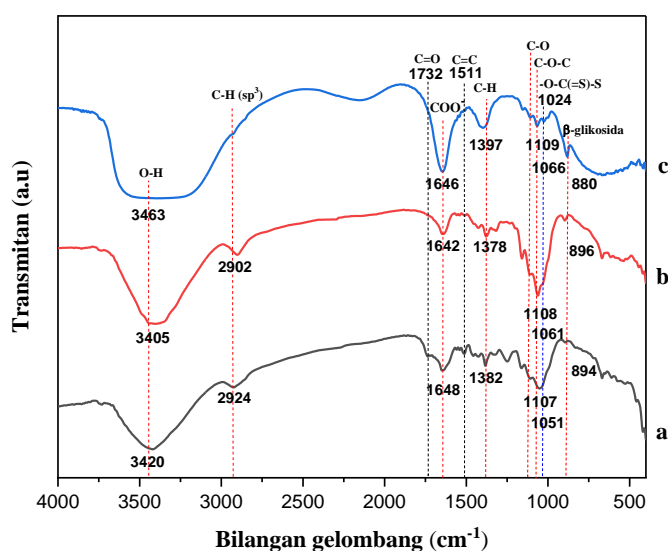


Gambar 4.6 (a) Pencetakan *beads*; (b) *Beads* basah setelah didiamkan selama 24 jam; dan (c) *Beads* kering setelah pemanasan pada suhu 37°C

4.4 Karakterisasi

4.4.1 Karakterisasi Gugus Fungsi Menggunakan FTIR

Karakterisasi ini dilakukan menggunakan spektroskopi FTIR untuk mengetahui gugus fungsi, adapun sampel yang dikarakterisasi yaitu serbuk batang jagung, selulosa setelah hidrolisis, dan selulosa xantat. Berikut hasil karakterisasi FTIR ditampilkan pada Gambar 4.7 dan dirangkum pada Tabel 4.1.



Gambar 4.7 Spektra IR: (a) Serbuk batang jagung; (b) Selulosa setelah demineralisasi; dan (c) selulosa xantat

Tabel 4.1 Bilangan gelombang (cm^{-1}) spektrum IR dari serbuk batang jagung; selulosa setelah demineralisasi; dan selulosa xantat

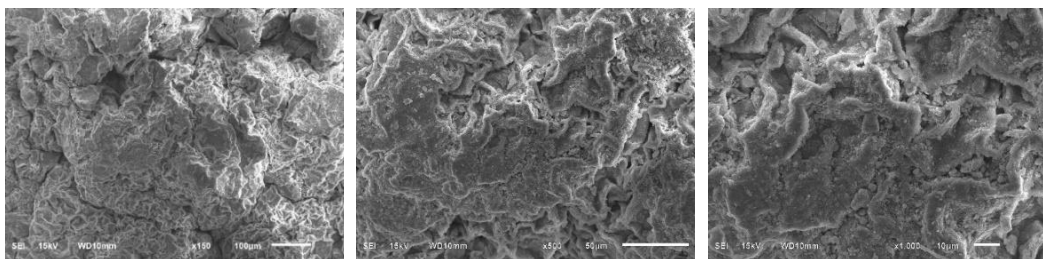
Daerah Serapan (cm^{-1})			Ikatan dan Jenis Gugus Fungsi
Serbuk Batang Jagung	Selulosa Setelah Demineralisasi	Selulosa Xantat	
3420	3405	3463	O-H (<i>stretching</i>)
2924	2902	-	C-H (<i>stretching</i>)
1732	-	-	C=O
1648	1642	1646	COO ⁻ (<i>stretching</i>)
1511	-	-	C=C aromatis
1382	1378	1397	C-H
1107	1108	1109	C-O (<i>stretching</i>)
1051	1061	1066	C-O-C (<i>stretching</i>)
-	-	1024	O-C(=S)-S
894	896	880	β -glikosida

Spektra IR yang dihasilkan pada Gambar 4.7 (a) menunjukkan adanya serapan pada bilangan gelombang 3420; 2924; 1648; 1382; 1107 dan 894 cm^{-1} merupakan selulosa murni. Hal ini sesuai dengan Zheng dan Meng (2015) bahwa serapan tersebut menunjukkan selulosa murni. Kemudian pada bilangan gelombang 1511 cm^{-1} menunjukkan gugus C=C aromatis yang mengandung lignin. Sedangkan pada bilangan gelombang 1732 cm^{-1} menunjukkan gugus C=O yang mengandung hemiselulosa. Hal ini sesuai dengan Rehman, dkk. (2013), bahwa serapan pada bilangan gelombang 1600-1500 cm^{-1} menyatakan lignin dan bilangan gelombang 1730 cm^{-1} menyatakan hemiselulosa.

Spektra selulosa setelah demineralisasi pada Gambar 4.7 (b) menunjukkan serapan pada bilangan gelombang 1600-1500 cm^{-1} yang ditandai gugus C=C aromatis bahwa lignin telah hilang. Berdasarkan hasil spektra pada Gambar 4.7 (c) bilangan gelombang 1024 cm^{-1} menandakan gugus -O-C(=S)-S yaitu selulosa xantat. Hal ini dinyatakan bahwa adanya gugus -O-C(=S)-S menunjukkan sintesis selulosa xantat telah berhasil dilakukan.

4.4.2 Karakterisasi Morfologi Permukaan Partikel Menggunakan SEM-EDS

Karakterisasi ini dilakukan menggunakan instrument SEM-EDS yang bertujuan untuk mengetahui morfologi permukaan pada *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat yang terbaik terhadap kemampuan fotodegradasi. Berikut hasil karakterisasi SEM-EDS ditampilkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Mikrograf SEM *beads* 0,8 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat: (a) Perbesaran 150x; (b) Perbesaran 500x; dan (c) Perbesaran 1000x

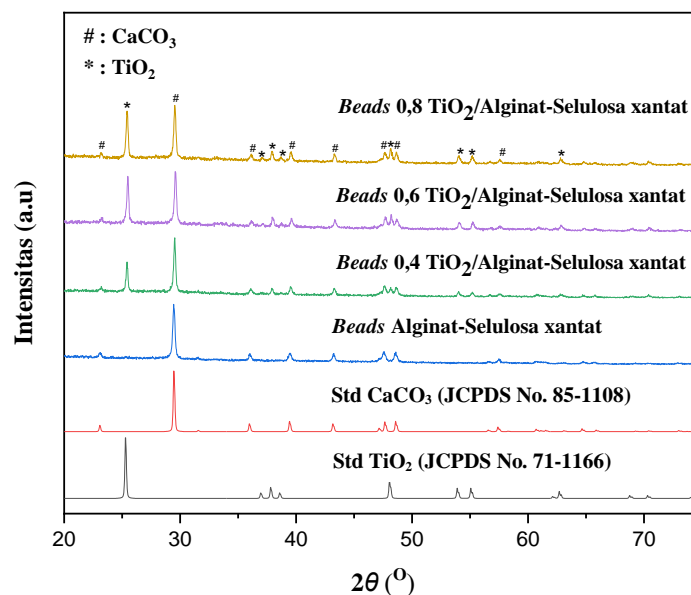
Morfologi permukaan partikel didapatkan dari *beads* 0,8 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat dengan komposisi terbaik terhadap kemampuan fotodegradasi. Hasil analisis SEM dapat dilihat pada Gambar 4.8 yang menunjukkan bahwa *beads* 0,8 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat memiliki permukaan kasar dan berpori. Menurut Rohmatullah, dkk (2020), *beads* dengan permukaan yang kasar membentuk lipatan karena adanya pembentukan pori-pori. Penambahan porogen CaCl₂ menghasilkan permukaan *beads* 0,8 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat terbentuk pori, karena terjadi proses *crosslink* antara alginat dengan kation divalen Zn²⁺ dengan Ca²⁺.

Mikrograf *beads* 0,8 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat yang dihasilkan terlihat adanya rongga kosong pada permukaan *beads*, sehingga pada permukaan *beads* 0,8 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat menunjukkan bahwa TiO₂ sebagai material

pendukung telah mengisi pori-pori *beads* 0,8 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat. Hasil EDS sebagaimana Lampiran 6 didapatkan unsur Ti dan Zn pada *beads* 0,8 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat yang menandakan adanya material pendukung TiO₂ sebesar 1,38% dan adanya unsur Zn sebesar 43,55% menyatakan bahwa telah terjadi proses *crosslink* antara alginat dengan Zn²⁺.

4.4.3 Karakterisasi Struktur Kristal Menggunakan XRD

Karakterisasi ini dilakukan menggunakan instrumen *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui struktur kristal pada *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat (TiO₂: 0; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram). Berikut hasil karakterisasi XRD ditampilkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Difraktogram XRD TiO₂; CaCO₃; dan *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat (TiO₂= 0; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram)

Difraktogram XRD menunjukkan adanya puncak pada posisi sudut $2\theta = 25,28^\circ; 37,0^\circ; 38,58^\circ; 38,6^\circ; 48,08^\circ; 53,9^\circ; 55,1^\circ; \text{ dan } 62,7^\circ$. Hal ini menegaskan bahwa karakteristik TiO_2 berada pada fase anatas berdasarkan *Joint Committee on Powder Diffraction Standards* (JCPDS) No. 71-1166. Begitu juga pada difraktogram standar CaCO_3 menunjukkan adanya puncak yang dihasilkan sesuai dengan *Joint Committee on Powder Diffraction Standards* (JCPDS) No. 85-1108 yaitu pada posisi sudut $2\theta = 23,24^\circ; 36,18^\circ; 39,56^\circ; 43,42^\circ; 47,58^\circ; 48,7^\circ; \text{ dan } 57,68^\circ$.

Rasio *beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat ($\text{TiO}_2 = 0; 0,4; 0,6; \text{ dan } 0,8$ gram) menunjukkan pada puncak difraksi TiO_2 mengalami peningkatan seiring penambahan komposisi, karena semakin banyak penambahan TiO_2 maka rasio semakin meningkat. Jadi, secara puncak difraksi TiO_2 lebih tinggi adanya perubahan. Sedangkan pada puncak difraksi CaCO_3 menunjukkan bahwa tidak ada perubahan rasio yang dihasilkan, karena komposisi yang digunakan sama. Menurut Azizah (2019) menyatakan bahwa pada saat pencucian menggunakan HCl diharapkan porogen CaCO_3 hilang. Akan tetapi, pada hasil penelitian ini, karena kurang maksimalnya pada saat pencucian *beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa Xantat menggunakan HCl, sehingga masih terdapat gelembung didalamnya.

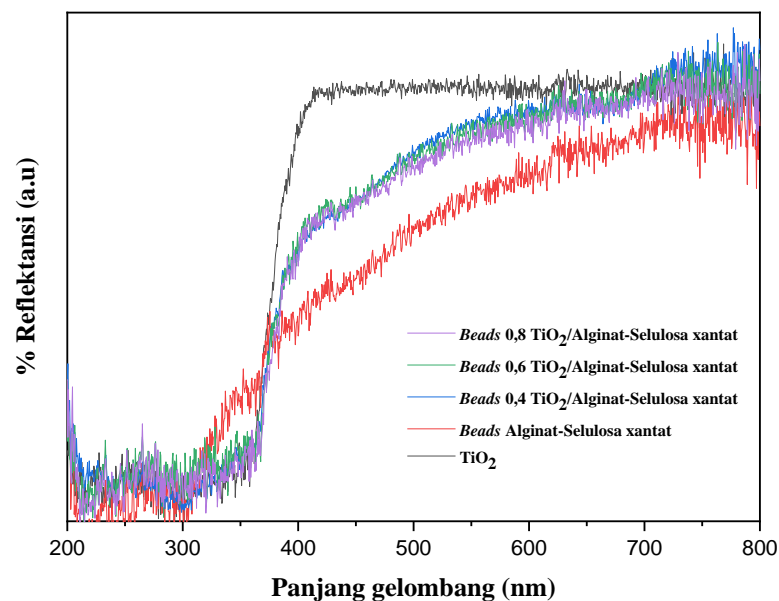
Ukuran kristal TiO_2 didapatkan menggunakan persamaan Debye Scherrer berdasarkan data puncak difraksi $2\theta = 25,3^\circ$ sebagaimana Lampiran 4.2. Hasil perhitungan sebagaimana Tabel 4.2 menunjukkan bahwa semakin tinggi massa TiO_2 , maka semakin kecil ukuran kristalnya. Hal ini menyatakan bahwa semakin kecil ukuran kristal maka dapat memperbesar luas permukaannya, sehingga kemampuan fotodegradasi semakin meningkat.

Tabel 4.2 Ukuran kristal *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat (TiO₂= 0,4; 0,6; dan 0,8 gram)

Material	Ukuran kristal (nm)
<i>Beads</i> 0,4 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	58,58
<i>Beads</i> 0,6 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	58,17
<i>Beads</i> 0,8 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	41,13

4.4.4 Karakterisasi Daerah Serapan Sinar dan Energi Celah Pita Menggunakan UV-Vis DRS

Karakterisasi ini dilakukan menggunakan instrumen UV-Vis DRS untuk mengetahui daerah serapan sinar dan energi celah pita pada *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat (TiO₂= 0; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram). Berikut hasil karakterisasi ditampilkan pada Gambar 4.10 dan Gambar 4.11.



Gambar 4.10 Spektra UV-Vis DRS: Hubungan antara % reflektansi dengan panjang gelombang *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat (TiO₂=0; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram)

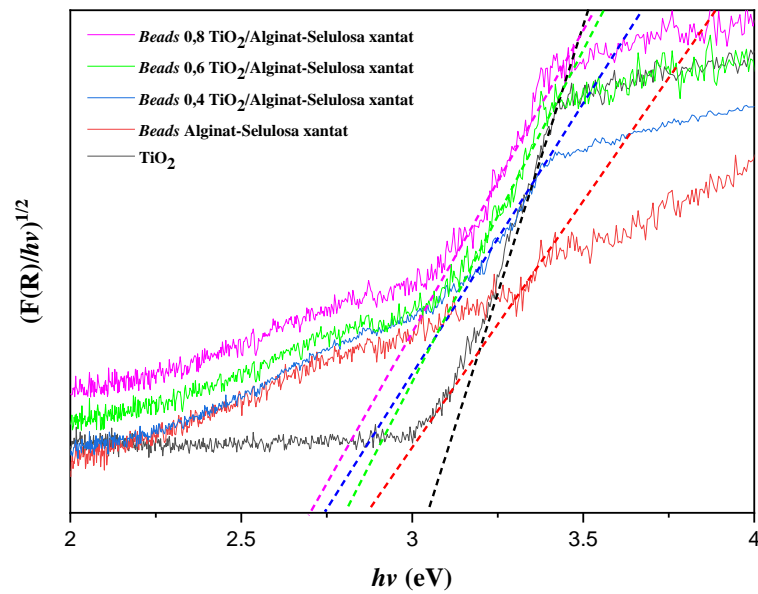
Spektra UV-Vis DRS menunjukkan bahwa dengan bertambahnya komposisi TiO₂ maka terjadi pergeseran panjang gelombang ke arah yang lebih

tinggi, sebagaimana pada Gambar 4.10. Pergeseran serapan yang dihasilkan berpengaruh terhadap besarnya nilai energi celah pita. Kemudian, untuk mengetahui nilai energi celah pita *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat (TiO₂= 0; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram) dengan menggunakan persamaan Kubelka-Munk, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Nilai energi celah pita dan panjang gelombang *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat (TiO₂= 0; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram)

Material	Energi Celah Pita (eV)	Panjang Gelombang (nm)
TiO ₂	3,04	405
<i>beads</i> Alginat-Selulosa xantat	2,89	429
<i>beads</i> 0,4 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	2,76	449
<i>beads</i> 0,6 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	2,86	433
<i>beads</i> 0,8 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	2,71	457

Berdasarkan pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa semakin tinggi komposisi TiO₂ maka energi celah pita yang dihasilkan semakin kecil, sehingga penambahan TiO₂ dapat menggeser serapan ke daerah sinar tampak (429-457 nm). Hal ini, TiO₂ sebagai material fotokatalis memiliki lebih banyak elektron yang tereksitasi pada daerah sinar tampak. Sehingga pada *beads* Alginat-Selulosa xantat tanpa adanya penambahan TiO₂ memiliki energi celah pita tertinggi yaitu 2,89 eV.



Gambar 4.11 Spektra UV-Vis DRS: Energi celah pita *beads* TiO₂/Alginate-Selulosa xantat (TiO₂= 0; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram)

Penurunan energi celah pita disebabkan karena terjadinya pergeseran panjang gelombang dari pita valensi ke pita konduksi, sehingga meninggalkan *hole* pada pita valensi (Ningsih, 2012), sebagaimana Gambar 4.10 menunjukkan bahwa *beads* TiO₂/Alginate-Selulosa xantat akan memberikan tingkat energi yang baru, sehingga memudahkan elektron mengalami eksitasi dari pita valensi ke pita konduksi. Berdasarkan Tabel 4.3 menunjukkan bahwa penggunaan fotokatalis TiO₂ dalam *beads* Alginate-Selulosa xantat terjadi penurunan energi celah pita sebesar 0,15 eV, sehingga pada proses fotokatalitik dapat menggunakan aktivitas cahaya tampak.

4.5 Uji Aktivitas Fotokatalitik *Beads* TiO₂/Alginat-Selulosa Xantat Terhadap Larutan *Methylene Blue*

4.5.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum *Methylene Blue*

Penentuan panjang gelombang maksimum pada larutan zat warna *methylene blue* dilakukan dari panjang gelombang 400-800 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis, sebagaimana ditampilkan pada Lampiran 9.1. Hasil pengukuran yang diperoleh bahwa absorbansi maksimal terjadi pada panjang gelombang 665 nm. Hal ini serupa dengan penelitian-penelitian sebelumnya (Qazim, 2019).

4.5.2 Uji Degradasi Larutan *Methylene Blue* Menggunakan *Beads* TiO₂/Alginat-Selulosa Xantat

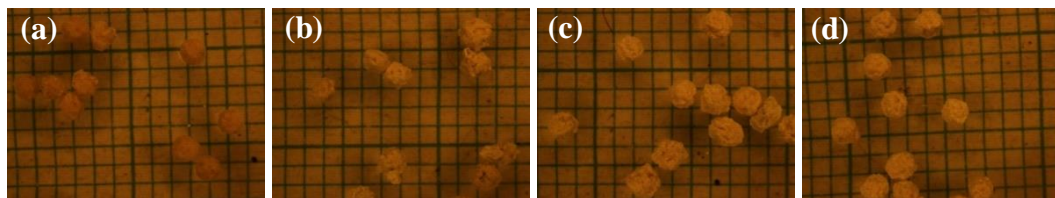
Uji aktivitas fotokatalitik bertujuan untuk mengetahui kemampuan degradasi material terhadap larutan *methylene blue*. Uji degradasi larutan *methylene blue* dilakukan dengan konsentrasi 10 ppm menggunakan material *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat (TiO₂= 0; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram) yang dilakukan pada kondisi gelap (tanpa radiasi sinar UV) dan kondisi terang (diradiasi sinar UV). Hasil uji degradasi ditampilkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Presentase degradasi larutan *methylene blue* menggunakan *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat pada kondisi gelap (tanpa radiasi sinar UV) dan kondisi terang (diradiasi sinar UV)

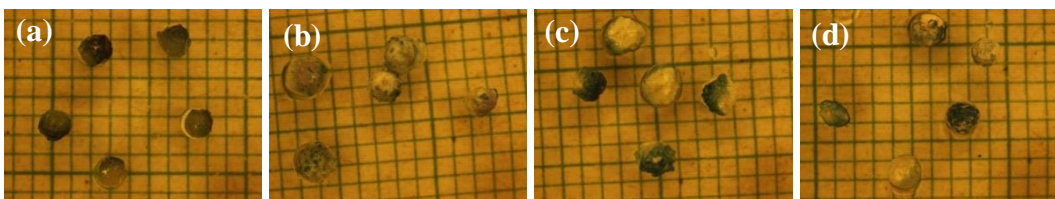
Material	% Degradasi	
	Kondisi Gelap	Kondisi Terang
<i>Beads</i> Alginat-Selulosa xantat	32,2	40,7
<i>Beads</i> 0,4 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	44,7	57,1
<i>Beads</i> 0,6 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	40,3	48,5
<i>Beads</i> 0,8 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	48,3	61,1

Berdasarkan hasil uji degradasi menunjukkan bahwa persentase degradasi pada kondisi gelap lebih rendah daripada kondisi terang. Hal ini menyatakan bahwa

penyinaran fotokatalis dapat mempengaruhi presentase degradasi. Menurut Wardhani, dkk. (2016), adanya radiasi sinar ultraviolet (UV) mampu menyerap energi foton pada daerah UV (200-380 nm) untuk mengeksitasi elektron sehingga dihasilkan *hole* yang lebih besar daripada fotokatalis dalam kondisi gelap. Sedangkan pada kondisi gelap degradasi larutan *methylene blue* rendah karena fotokatalis tidak menyerap foton untuk mengeksitasi elektron ke pita konduksi maka tidak dihasilkan *hole* dalam sistem fotokatalis, sehingga pada fotokatalis hanya berperan sebagai absorben.



Gambar 4.12 *Beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat sebelum direndam larutan *methylene blue*: (a) *Beads* Alginat-Selulosa xantat; (b) *Beads* 0,4 TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat; (c) *Beads* 0,6 TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat; dan (d) *Beads* 0,8 TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat



Gambar 4.13 *Beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat setelah direndam larutan *methylene blue*: (a) *Beads* Alginat-Selulosa xantat; (b) *Beads* 0,4 TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat; (c) *Beads* 0,6 TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat; dan (d) *Beads* 0,8 TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat

Beads TiO₂/Alginat-Selulosa xantat pada kondisi gelap berperan sebagai absorben menunjukkan adanya perubahan ukuran diameter sebelum dan setelah perendaman dalam larutan *methylene blue* sebagaimana Gambar 4.12 dan Gambar 4.13. Diameter *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat diketahui menggunakan mikroskop optik kemudian diolah dengan *software* Image-J. Hasil yang diperoleh sebagaimana Tabel L.10 dan Tabel L.11 menunjukkan bahwa diameter *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat (TiO₂= 0; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram) sebelum direndam dengan larutan *methylene blue* yaitu 1,400-1,983 mm, sedangkan diameter *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat (TiO₂= 0; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram) setelah direndam dengan larutan *methylene blue* yaitu sebesar 1,609-2,075 mm. Hal ini *beads beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat (TiO₂= 0; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram) mengalami perubahan diameter menjadi lebih besar setelah direndam dalam larutan *methylene blue*.

Tabel 4.5 Nilai presentase degradasi larutan *methylene blue* dan energi celah pita *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat pada kondisi terang (diradiasi sinar UV)

Material	% Degradasi	Energi Celah Pita (eV)
<i>Beads</i> Alginat-Selulosa xantat	40,7	2,89
<i>Beads</i> 0,4 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	57,1	2,76
<i>Beads</i> 0,6 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	48,5	2,86
<i>Beads</i> 0,8 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	61,1	2,71

Hasil uji degradasi larutan *methylene blue* menggunakan *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat (TiO₂= 0; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram) pada kondisi terang sebagaimana Tabel 4.5 menunjukkan bahwa *beads* Alginat-Selulosa xantat tanpa adanya katalis TiO₂ memiliki presentase degradasi terendah yaitu 40,7%, karena interaksi antara energi foton pada *beads* Alginat-Selulosa xantat semakin kecil,

dimana dengan adanya penambahan katalis TiO_2 dapat meningkatkan aktivitas fotodegradasi. Sedangkan energi celah pita yang dihasilkan sebesar 2,89 eV, menunjukkan bahwa semakin tinggi energi celah pita maka % degradasi semakin kecil.

Berdasarkan Tabel 4.5 menunjukkan bahwa penambahan massa fotokatalis TiO_2 sebesar 0; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram masing-masing menghasilkan persen degradasi 40,7; 57,1; 48,5; dan 61,1%. Aktivitas fotokatalitik semakin meningkat seiring bertambahnya massa TiO_2 , karena fotokatalis mampu menyerap energi foton dari sinar UV untuk mengeksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi sehingga menghasilkan *hole* (lubang elektron). *Hole* ketika berinteraksi dengan H_2O menghasilkan radikal hidroksil ($\cdot\text{OH}$) yang dapat meningkatkan efektivitas dalam mendegradasi *methylene blue*. Semakin banyak $\cdot\text{OH}$ yang dihasilkan maka larutan *methylene blue* yang didegradasi juga semakin besar.

Hasil degradasi *methylene blue* terbaik diperoleh pada saat penambahan massa fotokatalis sebesar 0,8 gram dimana memiliki persen degradasi sebesar 61,1%. Sedangkan pada penambahan fotokatalis sebesar 0,6 gram presentase degradasi mengalami penurunan. Menurut Kavitha dan Palanisamy (2010), penurunan presentase degradasi disebabkan karena terbentuknya agregat pada fotokatalis dalam senyawa target, sehingga katalis mengalami aglomerasi (penggumpalan) yang akan menutupi sisi aktif pada permukaan fotokatalis dalam mengadsorpsi sinar UV.

Pada penelitian ini, degradasi terbaik *methylene blue* menggunakan *beads* 0,8 TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat memiliki presentase fotodegradasi sebesar 61,1%. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa presentase degradasi *methylene blue* yang

didapatkan cukup tinggi. Faktor yang mempengaruhi tingkat adsorpsi zat warna antara lain massa fotokatalis, lama waktu penyinaran, konsentrasi awal zat warna, luas permukaan fotokatalis, pH larutan, dan sifat zat warna (Aziztyana, dkk., 2019).

4.6 Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Tumbuhan jagung termasuk salah satu penghasil limbah lignoselulosik terbanyak, selain bijinya yang biasa dikonsumsi sebagai sumber makanan pokok, batang dari tumbuhan jagung juga bisa dimanfaatkan dengan menerapkan ilmu kimia dalam segi pengolahan limbah untuk diambil kandungan selulosa yang banyak terdapat di dalamnya, sehingga dapat digunakan sebagai *beads* selulosa. Pertimbangan mendasar dari upaya pemanfaatan tumbuhan, sebagaimana disebutkan dalam QS. Luqman (31): 20, sebagai berikut:

أَلَمْ تَرَوْا أَنَّ اللَّهَ سَخَّرَ لَكُمْ مَّا فِي السَّمَوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ وَأَسْبَغَ عَلَيْكُمْ نِعَمَهُ ظَاهِرَةً وَبَاطِنَةً ۚ قُلِ
وَمِنَ النَّاسِ مَنْ يُجَادِلُ فِي اللَّهِ بِغَيْرِ عِلْمٍ وَلَا هُدًى وَلَا كِتَابٍ مُنِيرٍ ﴿٢٠﴾

Artinya: “*Tidakkah kamu memperhatikan bahwa Allah telah menundukkan apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi untuk (kepentingan)mu dan menyempurnakan nikmat-Nya untukmu lahir dan batin. Tetapi di antara manusia ada yang membantah tentang (keesaan) Allah tanpa ilmu atau petunjuk dan tanpa Kitab yang memberi penerangan.*” (QS. Luqman (31): 20).

Menurut Hamka (2005) dalam *Tafsir Al-Azhar*, ayat tersebut menyatakan bahwa Allah Swt. menundukkan semua yang ada di langit dan di bumi untuk manusia. Maksud dari kata “*sakhhara*” yaitu Allah Swt. menganugerahkan akal sebagai bentuk penundukkan. Seiring berjalannya waktu dan kemajuan ilmu pengetahuan yang sekarang ini, apa yang ada di bumi telah dapat diambil manfaatnya sehingga manusia dapat menggunakan sesuai dengan yang dibutuhkan. Hal ini Allah Swt. Berfirman dalam QS. Yunus (10): 101 yang berbunyi:

قُلْ اَنْظُرُوْا مَا ذَا فِى السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضِ فِىْ مَا تُغْنِى الْاٰیٰتُ وَالتَّذٰرُ عَنْ قَوْمٍ لَا يُؤْمِنُوْنَ ﴿١٠١﴾

Artinya: “Katakanlah, “Perhatikanlah apa yang ada di langit dan di bumi!” Tidaklah bermanfaat tanda-tanda (kebesaran Allah) dan rasul-rasul yang memberi peringatan bagi orang yang tidak beriman.” (QS. Yunus (10): 101).

Menurut Shihab (2003) dalam *Tafsir Al-Mishbah*, ayat di atas mendorong umat manusia untuk mengembangkan ilmu pengetahuan melalui eksperimen dan pengamatan. Ayat di atas juga mengajak untuk menggali pengetahuan yang berhubungan dengan alam raya yang diciptakan untuk kepentingan manusia. Oleh karena itu, bagi orang yang yakin akan kekuasaan Allah sehingga mau berpikir terhadap segala ciptaan-Nya akan menemukan cara dan solusi, bahwa dengan kebijaksanaan dan kekuasaan Allah, kandungan selulosa dalam batang jagung dapat dibuat menjadi *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat yang dapat dimanfaatkan sebagai material fotodegradasi zat warna *methylene blue*, dalam hal ini memiliki peran dalam menjaga lingkungan.

Salah satu upaya penanggulangan atas kerusakan-kerusakan lingkungan pada pencemaran limbah zat warna, yaitu dengan melakukan uji fotodegradasi menggunakan katalis semikonduktor berupa TiO₂ anatas dengan *supporting beads* Alginat-Selulosa xantat. Katalis tersebut efisien dalam proses degradasi, dalam hal ini mendegradasi senyawa organik dalam fase cair untuk menjadi senyawa sederhana, misalkan limbah tekstil yang mengandung hidrogen, karbon, nitrogen, halogen dan sulfur yang akan terdegradasi menjadi H₂O, CO₂, anion NO₃⁻, halida dan SO₄⁻.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis FTIR serapan pada bilangan gelombang 3400; 2900; 1600; 1300; 1000 dan 800 cm^{-1} merupakan selulosa murni, pada bilangan gelombang 1511 cm^{-1} menunjukkan gugus C=C aromatis yang mengandung lignin, pada bilangan gelombang 1732 cm^{-1} menunjukkan gugus C=O yang mengandung hemiselulosa, dan pada bilangan gelombang 1024 cm^{-1} menandakan gugus -O-C(=S)-S yaitu selulosa xantat. Berdasarkan analisis XRD pada difraktogram menunjukkan puncak difraksi TiO_2 pada *beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat bahwa rasio mengalami peningkatan seiring penambahan komposisi, karena semakin banyak penambahan TiO_2 maka rasio semakin meningkat. Berdasarkan analisis UV-Vis DRS menunjukkan bahwa semakin besar komposisi TiO_2 maka energi celah pita yang dihasilkan semakin kecil, sehingga penambahan TiO_2 dapat menggeser serapan ke daerah sinar tampak (429-457 nm).
2. Berdasarkan komposisi *beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat yang terbaik terhadap kemampuan fotodegradasi zat warna *methylen blue* yaitu *beads* 0,8 TiO_2 /Alginat-Selulosa xantat menunjukkan morfologi permukaan yang kasar dan berpori.

5.2 Saran

1. Perlu diperhatikan pada jarak *dropping* ketika pencetakan *beads* supaya didapatkan *beads* yang bulat, adapun jarak antara *syringe* yaitu ± 3 cm dari larutan *crosslink*.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk pencucian porogen pada proses pembentukan *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alinsafi, A. dkk. 2007. Treatment of Industry Wastewater by Supported Phoyocatalyst. *Dyes and Pigments*. (74): 439-445.
- Al-Maraghi, A. M. 1993. *Tafsir Al-Maraghi*. Semarang: Toha Putra.
- Al-Mahalli, J. A. dan As-Suyuti, I.J. 2009. *Tafsir Jalalain Berikut Asbabun Nuzul Jilid 2*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Al-Mahalli, A.J.M.B.A.B.M.A. dan As-Suyuti, A.J.A.B.A.B. 2009. *Tafsir Jalalain*. Surabaya: Pustaka Elba.
- Akgedik, R.I., Aytekin., B, K.A., dan Dagli, E. 2015. Reccurent Pneumenia Due to Olive Aspiration In a Healthy Adult: a Case Report. *The Clinical Respiratory Journal*. 10 (6): 809-810.
- Awati, P.S., Awate, S.V., Shah, P.P., dan Ramaswamy, V. 2003. Photocatalytic Decomposition of Methylene Blue Using Nanocrystalline Anatase Titania Prepared by Ultrasonic Technique. *Catalyst Communication*. 4: 393-400.
- Aziz, M.S.A., Zulfansyah., Fatra, W., dan Hari, R. 2014. Pembuatan Pulp Cetak Tanpa Perekat dari Pulp Batang Jagung.
- Azizah, N.W., Hidayah, C.N., Latifah, A.F., Yulianti, E., dan Khoiroh, L.K. 2018. Synthesis and Characterization of Alginate-Cellulose Xanthate Beads from Corn Stalk with Porogen Variation. Makalah disajikan dalam *the 9th International Conference on Green Technology*. Malang: Greentech Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Tanggal 17 Oktober.
- Azizah, N.W. 2019. Sintesis dan Karakterisasi *Beads* Alginat-Selulosa Xantat dari Batang Jagung dengan Variasi Porogen CaCO_3 . *Skripsi*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Aziztyana, A.P., Wardhani, S., Prananto, Y. P., Purwonugroho, D., dan Darjito. 2019. Optimisation of Methyl Orange Photodegradation using TiO_2 -Zeolite Photocatalyst and H_2O_2 in Acid Condition. *Materials Science and Engineering*. 546: 2-8.
- Choi, B.Y., Park, H.J., Hwang, S.J., dan Park, J.B. 2002. Preparation of Alginate Beads for Floating Drug Delivery System: Effects of CO_2 Gas-Forming Agents. *International Journal of Pharmaceutics*. (239): 81-91.
- Choi, J.W., Yang, K.S., Kim, D.J., dan Lee, C.E. 2009. Adsorption of Zinc and Toluene by Alginate Complex Impregnated wih Zeolite and Activated Carbon. *Current Applied Physics*. (9): 694-697.

- Dalponete, I., Sousa, B.C.D., Mathias, A.L., dan Jorge, R.M.M. 2019. Formulation and Optimization of a Novel TiO₂/Calcium Alginate Floating Photocatalyst. *International Journal of Biological Macromolecules*. (137): 992-1001.
- Demirbas. A. 2008. Heavy Metal Adsorption Onto Agro-based Waste Materials: A Review. *Journal of Hazardous Materials*. (157): 220-229.
- Fatimah, I dan Wijaya, K. 2005. Sintesis TiO₂/Zeolite sebagai Fototkatalis pada Pengolaha Limbah Cair Industri Tapioka Secara Adsorpsi-Fotodegradasi. *TEKNOIN*. 10 (4): 257-267.
- Fenny, F.O., Farma, W dan., Fitriyano, G. 2016. Pengaruh Rasio Berat Kulit Pisang dengan Kertas Koran dan Batang Jagung dengan Kertas Koran Terhadap Indeks Tarik dan Indeks Sobek Kertas. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Sains dan Teknologi. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta. Tanggal 8 November.
- Gericke, M., Trygg, J., dan Fardim, P. 2013. Functional Cellulose Beads: Preparation, Characterization, and Applications. *Chemical Reviews*.
- Granstrom, M. 2009. *Cellulose Derivaties: Synthesis, Properties and Applications*. Finland: University of Helsinki.
- Hamka. 2005. *Tafsir Al-Azhar Jilid 7 (Juz 21, 22, 23): Diperkaya dengan Pendekatan Sejarah, Sosiologi, Tasawuf, Ilmu Kalam, Sastra, dan Psikologi*. Jakarta: Gema Insani.
- Hamdaoui, O dan Chiha, M. 2007. Removal of Methylene Blue from Aqueous Solutions by Wheat Bran. *Acta Chimica Slovenica*. (54): 407-418.
- Hoffman, M.R., Martin, S.T., Choi, W., dan Bahnemann, D.W. 1995. Environmental Applications of Semiconductor Photocatalyst. *Chemical Reviews*. 95 (1): 69-96.
- Homagai, P. L., Ghimire, K.N., dan Inoue K. 2011. Preparation and Characterization of Charred Xanthated Sugarcane Bagasse for the Separation of Heavy Metals From Aqueous Solutions. *Separation Science and Technology*. (46):330-339.
- Kavitha, S. K., dan Subagiyoo, A. 2010. Solar Photocatalytic Degradation of Vat Yellow 4 Dye in Aqueous Suspension of TiO₂-Optimization of Operational Parameters. *Advance in Environmental Sciences International Journal of The Bioflux Society*. 2 (2): 189-202.
- Karyawan, I.K.E., Karyasa, I.W., dan Wiratma, I.G.L. 2017. Pembuatan Papan Komposit dari Limbah Plastik Polyvinyl Chloride (Pvc) dan Limbah Batang Jagung. *Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajaranya*. 11 (2): 94-106.

- Kuo, C. K. dan Ma, P.X. 2008. Maintaining Dimensions and Mechanical Properties of Ionically Crosslinked Alginate Hydrogel Scaffolds In Vitro. *Journal of Biomedical Materials Research*. 84 (4):899-907.
- Latifah, dkk. 2019. Synthesis and Characterization Of Alginate-Carboxymethyl Cellulose Beads From Corn Stalk (*Zea Mays*) With Crosslink Variation $C_4H_6O_4Zn$. *Journal Islamic Pharmacy*. 4 (1): 1-8.
- Lee, K.Y. dan Mooney, D.J. 2012. Alginate: Properties and Biomedical applications. *Progress in Polymer Science*. (37): 106-126.
- Lestari, Y.D., Wardhani, S., dan Khunur, M.M. 2015. Degradasi Methylene Blue Menggunakan Fotokatalis TiO_2 -N/Zeolit dengan Sinar Matahari. *Kimia Student Journal*. 1 (1): 592-598.
- Lin, N., Bruzzese, C., dan Alain, D. 2012. TEMPO-Oxidized Nanocellulose Participating as Crosslinking Aid for Alginate-Based Sponges. *Applied Materials Interfaces*. 4: 4948–4959.
- Lou, Z. dkk. 2013. Contribution of Tertiary Amino Groups To Re(VII) Biosorption On Modified Corn Stalk: Competitiveness And Regularity. *Bioresource Technology*. (133): 546-554.
- Lv, G. dan Wu, S. 2012. Analytical Pyrolysis Studies of Corn Stalk and its Three Main Components by TG-MS and Py-GC/MS. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 97: 11–18.
- Maiti, S. dan Kumari, L. 2016. Smart Nanopolysaccharides for the Delivery of Bioactives. *Elsevier*. 67-94.
- Mallakpour, S., Behranvand, V., dan Mallakpour, F. 2019. Synthesis of Alginate/Carbon Nanotube/ Carbon dot/ Fluoroapatite/ TiO_2 Beads for Dye Photocatalytic Degradation Under Ultraviolet Light. *Carbohydrate Polymers*. 224: 1-11
- Mayori, E., Faramitha, G.N., dan Sunardi. 2018. Karakterisasi Biokomposit Alginat-Pati-Kaolin Sebagai Kandidat *Slow-Release* Pupuk Urea. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*. 3 (1): 191-195.
- Mulyadi, I. 2019. Isolasi dan Karakterisasi Selulosa: Review. *Jurnal Saintika Unpam*. 1 (2): 177-182.
- Palupi, E. 2006. Degradasi *Methylene Blue* dengan Metode Fotokatalisis dan Fotoelektrokatalisis Menggunakan Film TiO_2 . *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Patil, J.S., Kamalapur, M., Marapur, S.C., dan Kadam, D.V. 2010. Ionotropic Gelation and Polyelectrolyte Complexation: The Novel Techniques to Design Hydrogel Particulate Sustained Modulated Drug Delivery System: A Review. *Journal of Nanomaterials and Biostructures*. 5 (1): 241-248.

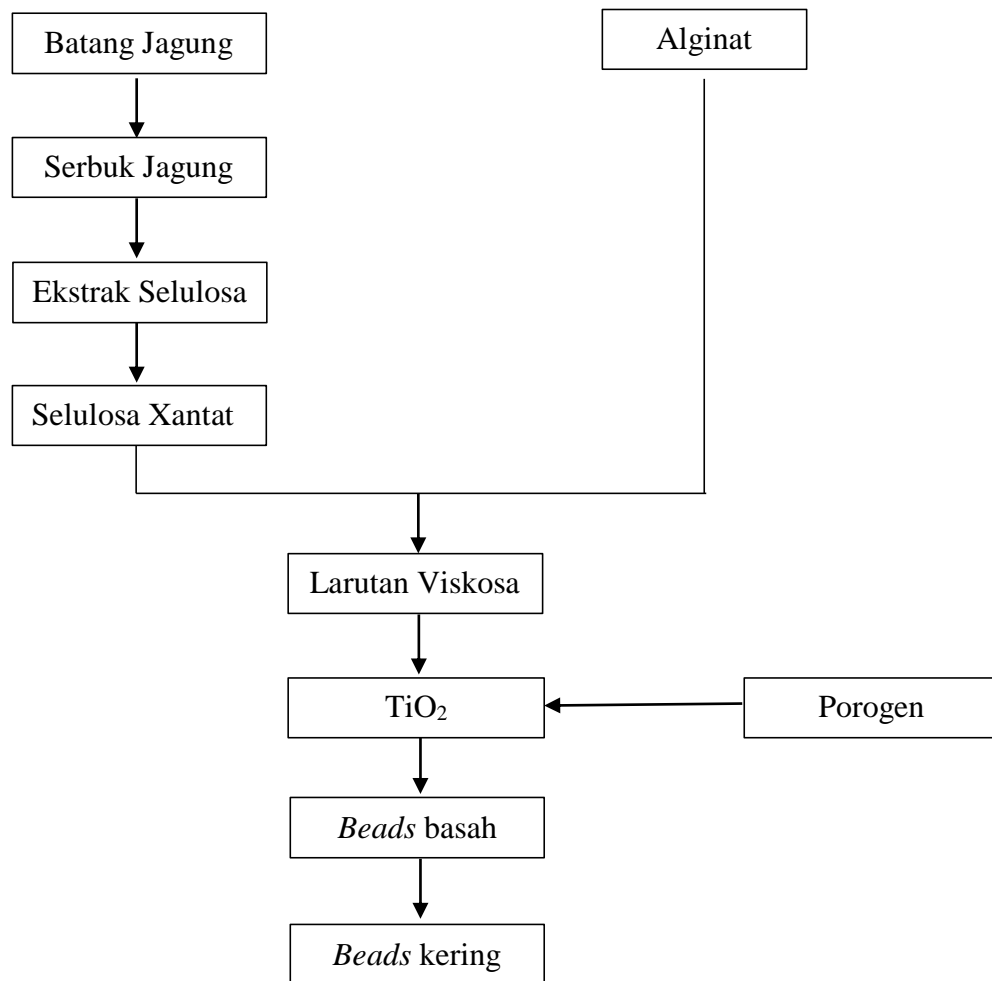
- Puspitasari, S., Yulianti, E., dan Khoiroh, L.M. 2017. Preparasi dan Karakterisasi *Beads* Alginat: Selulosa Xantat dari Ampas Tebu melalui Metode Gelasi Ionik dengan CaCO_3 sebagai Porogen. *Journal of Chemistry*.
- Ragupathy, S., Raghu, K., dan Prabu, P. 2014. Synthesis and Characterization of TiO_2 Loaded Cashew Nut Shell Activated Carbon and Photocatalyst Activity on BG and MB Dyes Under Sunlight Radiation. *Spectrochimica Acta*.
- Rahmayani, F. dan Z, S.M. 2013. Pemanfaatan Limbah Batang Jagung sebagai Adsorben Alternatif pada Pengurangan Kadar Klorin dalam Air Olahan (*Treated Water*). *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2 (2): 1-5.
- Riyani, K., Setyaningtyas, T., dan Dwiasih, D.W. 2012. Pengolahan Limbah Cair Batik menggunakan Fotokatalis TiO_2 -Dopan-N dengan Bantuan Sinar Matahari. *Jurnal Kimia Valensi*. 2 (5): 581-587.
- Racovita, S., Vasiliu, S., Popa, M., dan Luca, C. 2009. Polysaccharides Based On Micro- And Nanoparticles Obtained By Ionic Gelation And Their Applications As Drug Delivery Systems. *Review Roumaine de Chimie*. 54 (9): 709-718.
- Rehman, N., Miranda, A.I.G.D., Rosa, S.M.L., Pimentel, D.M., Nachtigall, S.M.B., dan Bica, C.I.D. 2013. Cellulose and Nanocellulose from Maiza Straw: An Insight on the Crystal Properties. *Jurnal Polym Environ*.
- Ren, H., Gao, Z., Wu, D., Jiang, J., Sun, Y., dan Luo, C. 2016. Efficient Pb (II) Removal Using Sodium Alginate-Carboxymethyl Cellulose Gel Beads: Preparation, Characterization, and Adsorption Mechanism. *Carbohydrate Polymers*.
- Saleh, A., Pakpahan, M.M.D., dan Nowra, A. 2009. Pengaruh Konsentrasi Pelarut, Temperatur, dan Waktu Pemasakan pada Pembuatan Pulp dari Sabut Kelapa Muda. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 16. No. 3.
- Sarkar, N., Ghosh, S.K. Bannerjee, S. dan Aikat, K. 2012. Bioethanol Production from Agricultural Wastes: An Overview. *Renewable Energy*. (37): 19-27.
- Sarkar, S., Chakraborty, S., dan Bhattacharjee. 2015. Photocatalytic Degradation of Pharmaceutical Wastes by Alginate supported TiO_2 Nanoparticles in Packed Bed Photo Reactor (PBPR). *Ecotoxicology and Environmental Safety*. (121): 263–270.
- Sinclair, R. 2015. *Textiles and Fashion Material Design and Technology*. Cambridge: Woodhead Publishing
- Shihab M.Q. 2002. *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an Volume 5*. Jakarta: Lentera Hati.

- Smith, W. dkk. 2010. The Effect of Ag Nanoparticle Loading on The Photocatalytic Activity of TiO₂ Nanorod Arrays. *Chemical Physics Letters*. (485): 171–175.
- Sonmez, M., Fikai, A., Fikai, D., Trusca, R., dan Andronesu, E. 2016. Alginate/Cellulose Composite Beads for Enviromental Applications. 78 (2): 165-176.
- Sunardi, Irawati, U. dan Sybiamti, N.R. 2012. Sintesis dan Karakterisasi Komposit Kaolin-TiO₂ Sebagai Fotokatalis untuk Degradasi Zat Warna Rhodamine B. *Sains dan Terapan Kimia*. 6 (2): 118-129.
- Sujatno, A., Salam, R., Bandriyana, dan Dimyati, A. 2015. Studi *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. *Jurnal Forum Nuklir*. 9 (2): 44-50.
- Suvacittanont, S. dan Pookingdao, W. 2013. Development of Porous Spherical Cellulose Bead Production from Corn Cob as an Exfoliating Agent for Cosmetic Industries. *Journal Chemistry Engginering*. 7: 1156-1163.
- Swatloski, R.P., Spear, S.K., Holbrey, J.D., dan Rogers, R.D. 2002. Dissolution of Cellulose with Ionic Liquid. *Journal of the American Chemical Socciety*. 124 (18): 4974-4975.
- Tussa'adah, R. dan Astuti. 2015. Sintesis Material Fotokatalis TiO₂ Untuk Penjernihan Limbah Tekstil. *Jurnal Fisika Unand*. 4 (1): 91-96.
- Umiyasih, U. dan Wina, E. 2008. Pengolahan dan Nilai Nutrisi Limbah Tanaman Jagung Sebagai Pakan Ternak Ruminansia. *Wartazoa*. 18 (3): 127-136.
- Wahi, R.K; Yu, W.W; Liu, Y; Meija, M.L; Falkner, J.C; Nolte, W. dan Colvin, V.L. 2005. Photodegradation of Congo Red Catalyzed by Nanosized TiO₂. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*. 242: 48-56.
- Wang, K., Nune, K.C., dan Misra, R.D.K. 2016. The functional response of alginate-gelatin-nanocrystalline cellulose injectable hydrogels toward delivery of cells and bioactive molecules. *Acta Biomaterialia*. (36): 143-151.
- Wang, T., Li, B., dan Si, H. 2013. Preparation of Regenerated Cellulose Bead and Its Coating With Cyclodextrins. *Cellulose Chemistry and Technology*. 47(2): 37-47.
- Wardhani, S., Bahari, A., dan Khunur, M.M. 2016. Aktivitas Fotokatalitik *Beads* TiO₂-N/Zeolit-Kitosan Pada Fotodegradasi Metilen Biru (Kajian Pengembangan, Sumber Sinar dan Lama Penyinaran). *Journal of Enviromental Engginering and Sustainable Technology*. 3 (2): 78-84.

- Wulandari, I.O., Wardhani, S., dan Purwonugroho, D. 2014. Sintesis dan Karakterisasi Fotokatalis ZnO pada Zeolit. *Kimia Student Journal*. 1 (2): 241-247.
- Zheng, L. dkk. 2010. Removal of Cadmium(II) from Aqueous Solution by Corn Stalk Graft Copolymers. *Bioresource Technology*. (101): 5820-5826.
- Zheng, L. dan Peipei, M. 2015. Preparation, Characterization of Corn Stalk Xanthates and its Feasibility for Cd(II) Removal from Aqueous Solution. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. 1 (10).

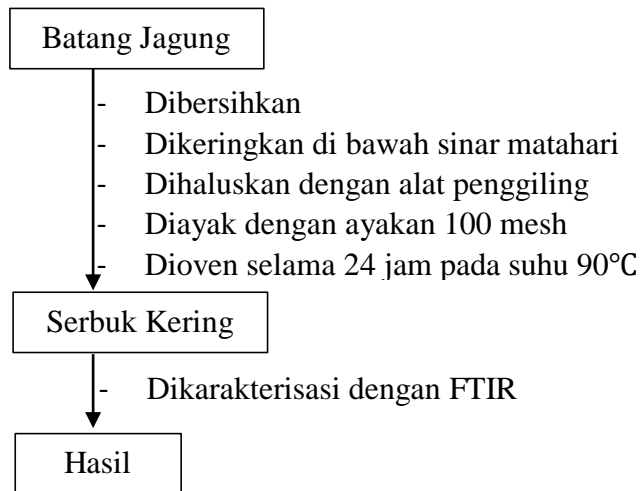
LAMPIRAN

Lampiran 1 Rancangan Penelitian

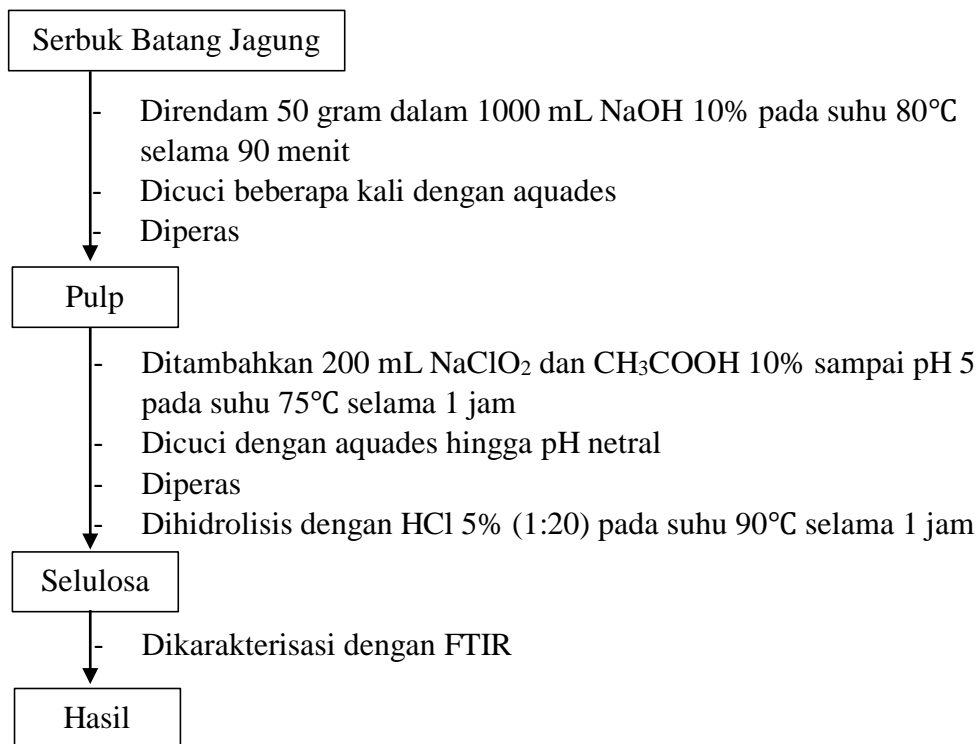


Lampiran 2 Diagram Alir

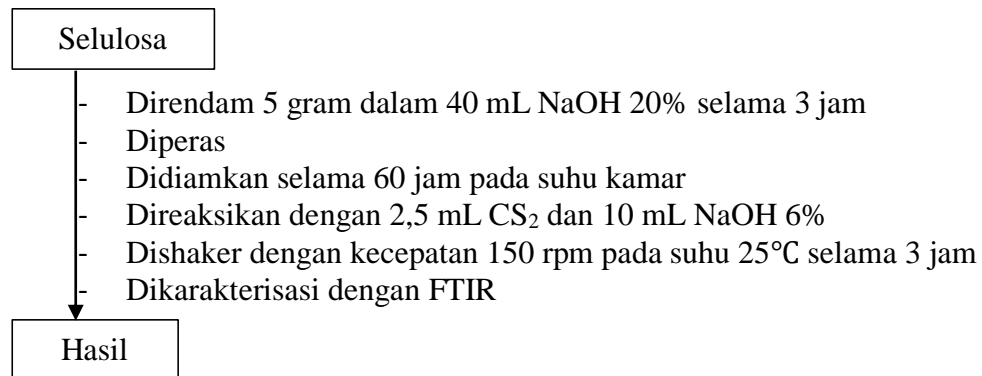
L.2.1 Preparasi Sampel



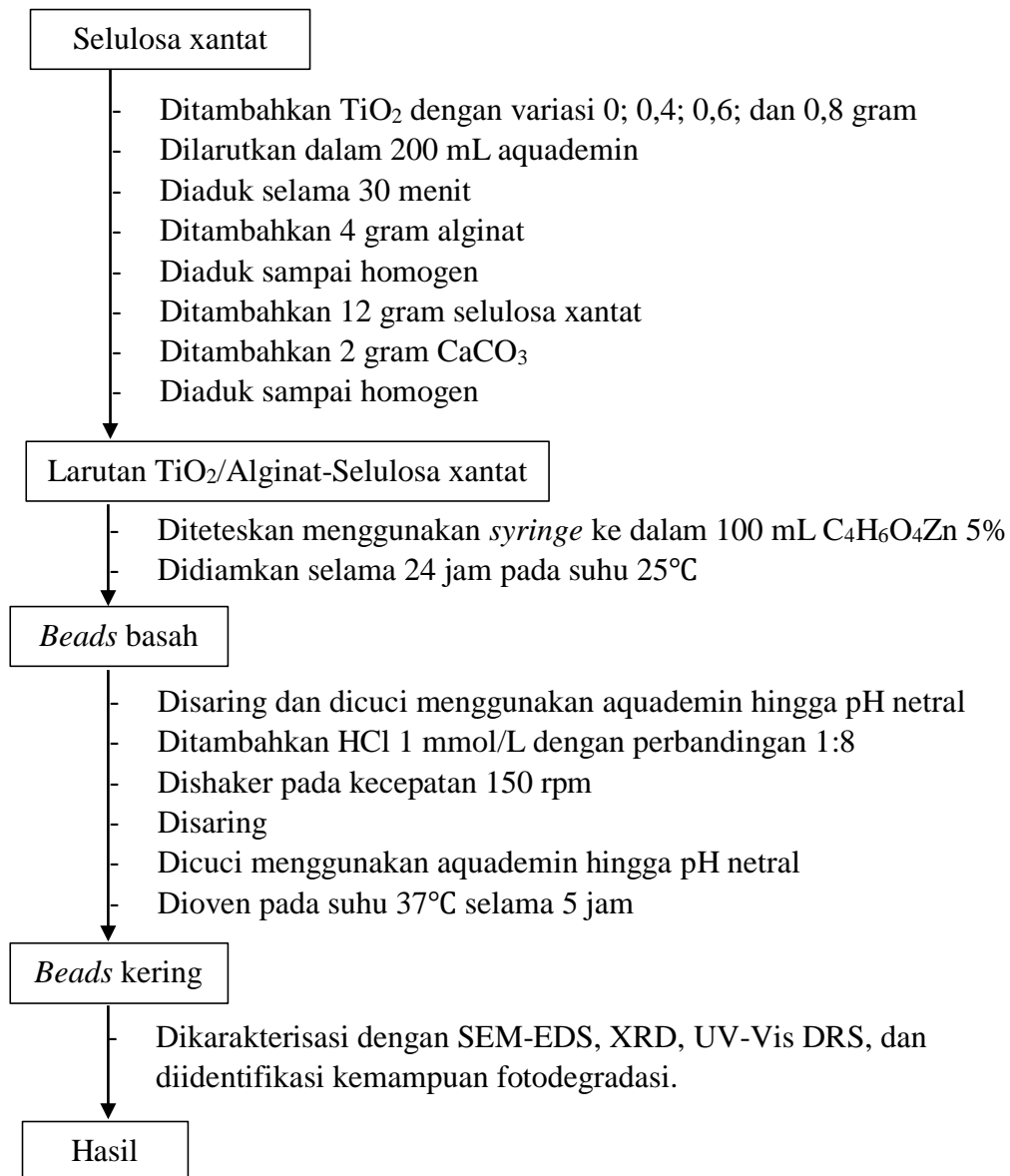
L.2.2 Ekstraksi Selulosa dari Batang Jagung



L.2.3 Pembuatan Selulosa Xantat

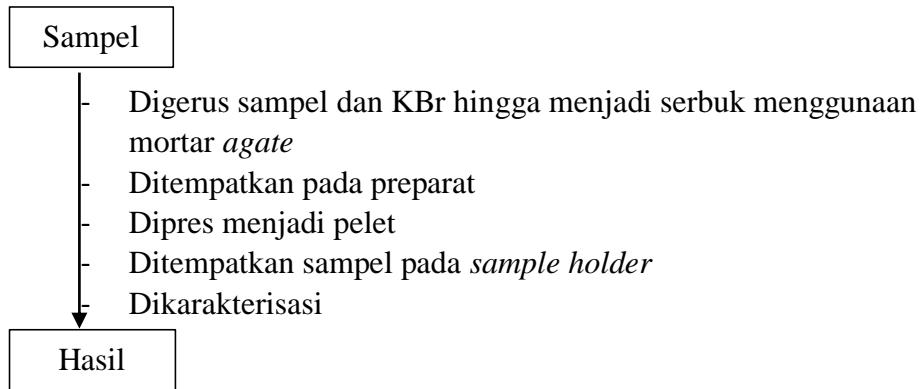


L.2.4 Pembuatan *Beads* TiO₂/Alginat-Selulosa Xantat

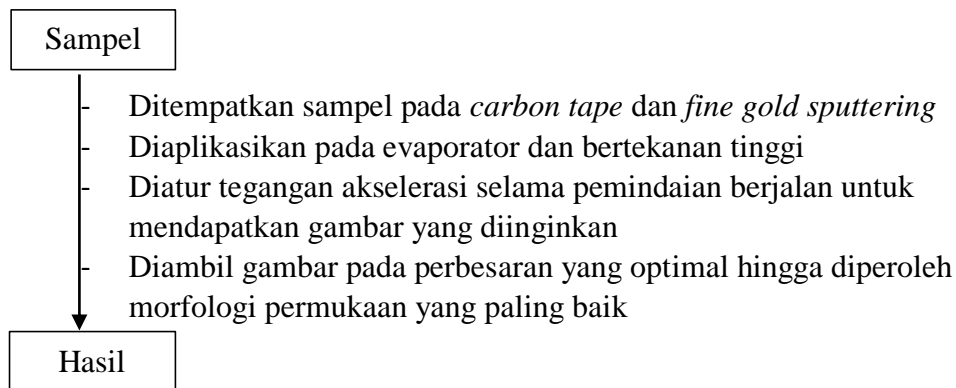


L.2.5 Karakterisasi

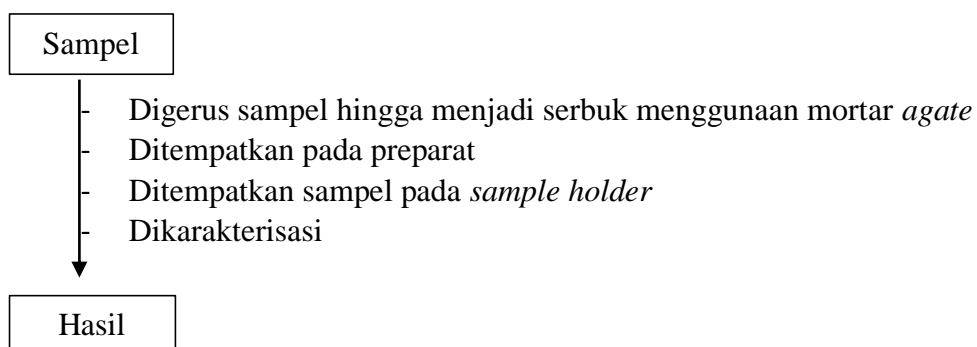
L.2.5.1 Karakterisasi Gugus Fungsi Menggunakan FTIR



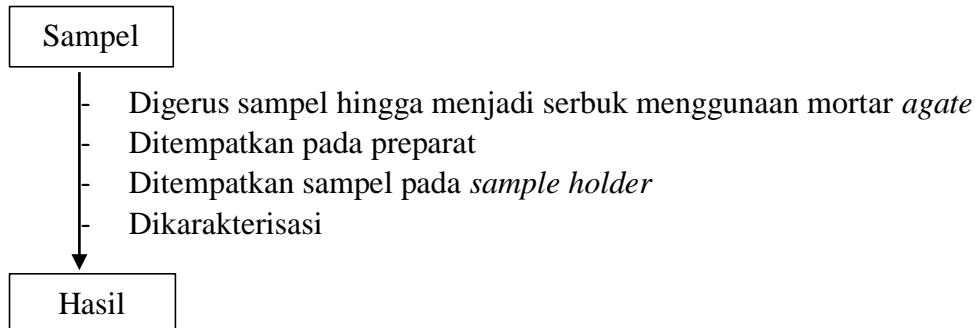
L.2.5.2 Karakterisasi Morfologi Permukaan Partikel Menggunakan SEM-EDS



L.2.5.3 Karakterisasi Struktur Kristal Menggunakan XRD

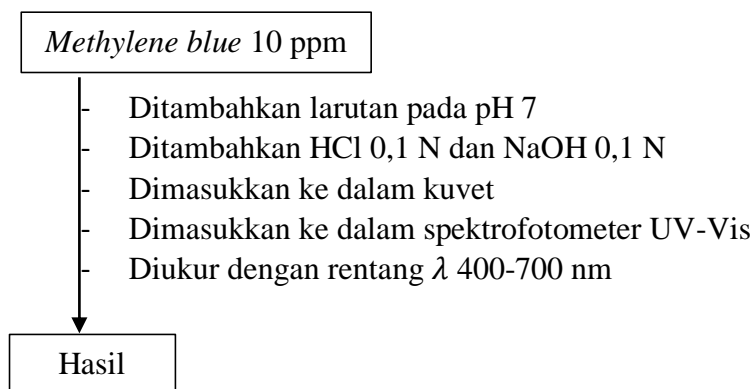


L.2.5.4 Karakterisasi Daerah Serapan Sinar dan Energi Celah Pita Menggunakan UV-Vis DRS

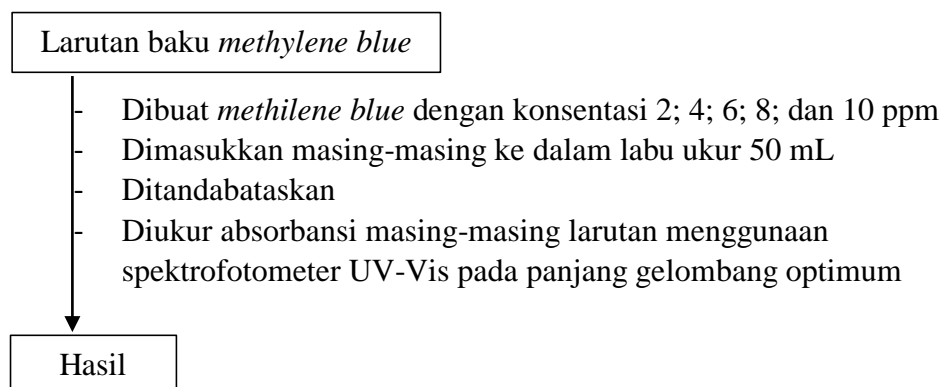


L.2.5.5 Pengujian Aktivitas Fotokatalitik *Beads TiO₂/Alginat-Selulosa Xantat* Terhadap Larutan *Methylene Blue*

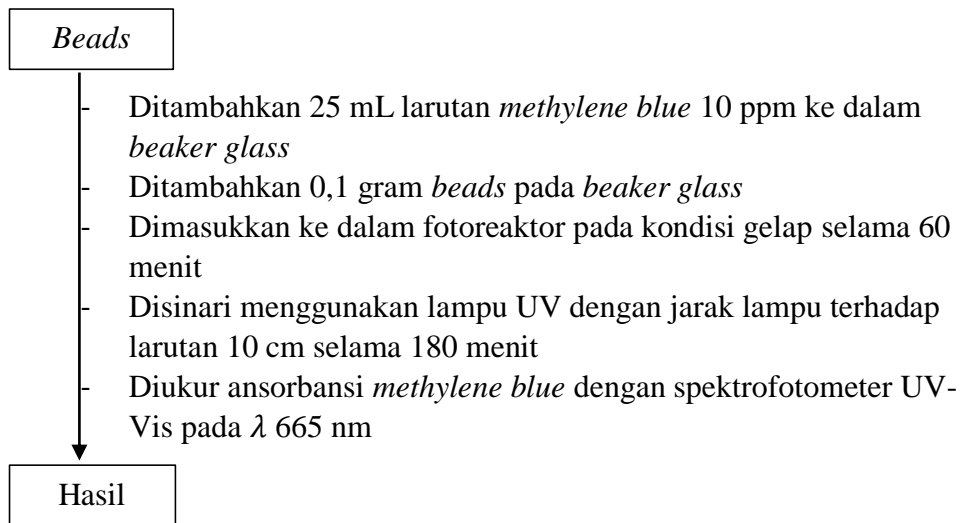
L.2.5.5.1 Penentuan Panjang Gelombang Optimum *Methylene Blue*



L.2.5.5.2 Pembuatan Kurva Standar *Methylene Blue*



L.2.5.5.3 Uji Degradasi Larutan *Methylene Blue* Menggunakan *Beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa Xantat



Lampiran 3 Preparasi Larutan

L.3.1 Ekstraksi Selulosa

a. NaOH 10% dalam 1000 mL

Diketahui:

$$\% \frac{b}{v} = 10\%$$

$$v = 1000 \text{ mL}$$

Ditanya: m

Jawab:

$$\% \frac{b}{v} = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (3.1(a))$$

$$10\% = \frac{m}{100 \text{ mL}}$$

$$m = 100 \text{ gram}$$

Jadi, larutan NaOH 10% dibuat dengan 100 gram NaOH yang diencerkan dalam 1000 mL aquades.

b. NaClO₂ 1% dalam 250 mL

Diketahui:

$$M_1 = 1\%$$

$$M_2 = 25\%$$

$$V_2 = 100 \text{ mL}$$

Ditanya: V₁

Jawab:

$$1\% \times V_1 = 2\% \times V_2 \dots\dots\dots (3.1 (b))$$

$$25\% \times V_1 = 1\% \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = 4 \text{ mL}$$

Jadi, larutan NaClO₂ 1% dibuat dari larutan NaClO₂ 25% dengan mengencarkan 4 mL NaClO₂ dalam 100 mL aquades.

c. CH₃COOH 10% dalam 100 mL

Diketahui:

$$M_1 = 99,85\%$$

$$M_2 = 10\%$$

$$V_2 = 250 \text{ mL}$$

Ditanya: V_1

Jawab:

$$99,85\% \times V_1 = 10\% \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{10\% \times 100 \text{ mL}}{99,85\%}$$

$$V_1 = 10,02 \text{ mL}$$

Jadi, larutan CH_3COOH 10% dibuat dari larutan CH_3COOH 99,85% dengan mengencerkan 10,02 mL CH_3COOH dalam 100 mL.

d. HCl 5% dalam 1000 mL

Diketahui:

$$M_1 = 37\%$$

$$M_2 = 5\%$$

$$V_2 = 1000 \text{ mL}$$

Ditanya: V_1

Jawab:

$$37\% \times V_1 = 5\% \times 1000 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{5\% \times 1000 \text{ mL}}{37\%}$$

$$V_1 = 135,1 \text{ mL}$$

Jadi, larutan HCl 5% dibuat dari larutan HCl 37% dengan mengencerkan 135,1 mL CH_3COOH dalam 1000 mL aquades.

L.3.2 Preparasi *Beads* TiO_2 /Alginat-Selulosa Xantat

a. NaOH 20% dalam 100 mL

Diketahui:

$$\% \frac{b}{v} = 20\%$$

$$v = 100 \text{ mL}$$

Ditanya: m

Jawab:

$$\% \frac{b}{v} = \frac{m}{v}$$

$$20\% = \frac{m}{100 \text{ mL}}$$

$$m = 20 \text{ gram}$$

Jadi, larutan NaOH 20% dibuat dengan 20 gram NaOH yang diencerkan dalam 100 mL aquades.

b. NaOH 6% dalam 100 mL

Diketahui:

$$\% \frac{b}{v} = 6\%$$

$$v = 100 \text{ mL}$$

Ditanya: m

Jawab:

$$\% \frac{b}{v} = \frac{m}{v}$$

$$6\% = \frac{m}{100 \text{ mL}}$$

$$m = 6 \text{ gram}$$

Jadi, larutan NaOH 6% dibuat dengan 6 gram NaOH yang diencerkan dalam 100 mL aquades.

c. C₄H₆O₄Zn 5% dalam 100 mL

Diketahui:

$$\% \frac{b}{v} = 5\%$$

$$v = 100 \text{ mL}$$

Ditanya: m

Jawab:

$$\% \frac{b}{v} = \frac{m}{v}$$

$$5\% = \frac{m}{100 \text{ mL}}$$

$$m = 5 \text{ gram}$$

Jadi, larutan $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{Zn}$ 5% dibuat dengan 5 gram $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{Zn}$ yang diencerkan dalam 100 mL aquades.

d. HCl 1 mmol/L

Diketahui:

$$\text{BJ} = 1,19 \frac{\text{gr}}{\text{mL}}$$

$$\text{Mr} = 36,5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

$$\text{M}_1 = 37\%$$

$$\text{M}_2 = 0,001$$

$$\text{V}_2 = 1000 \text{ mL}$$

Ditanya: V_1

Jawab:

$$\text{M} = \% \times \text{BJ} \times \frac{1000}{\text{Mr}}$$

$$\text{M} = 37\% \times 1,19 \frac{\text{gr}}{\text{mL}} \times \frac{1000 \frac{\text{mL}}{\text{L}}}{36,5 \frac{\text{gram}}{\text{mol}}}$$

$$\text{M} = \frac{440,3 \text{ mol}}{36,5 \text{ L}}$$

$$\text{M} = 12,06 \frac{\text{mol}}{\text{L}} (\text{M})$$

$$\text{M}_1 \times \text{V}_1 = \text{M}_2 \times \text{V}_2$$

$$12,06 \text{ M} \times \text{V}_1 = 0,001 \times 1000 \text{ mL}$$

$$\text{V}_1 = \frac{0,001 \text{ M} \times 1000 \text{ mL}}{12,06 \text{ M}}$$

$$\text{V}_1 = 0,1$$

Jadi, larutan HCl 1 mmol/L dibuat dengan HCl 37% dengan mengencerkan 0,1 mL HCl dalam 1000 mL aquades.

L.3.3 Uji Aktivitas Fotokatalitik

a. Larutan *Methylene Blue* 10 ppm 100 mL

$$\frac{10 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}} = \frac{x}{100 \text{ mL}}$$

$$x = \frac{10 \text{ mg} \times 100 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}}$$

$$x = 1 \text{ mg}$$

Jadi, larutan *methylene blue* 10 ppm dibuat dengan melarutkan 1 mg *methylene blue* dalam 100 mL aquades.

b. Pembuatan Kurva Standar *Methylene Blue*

1. Larutan stok 50 ppm

$$\frac{50 \text{ mg}}{1000 \text{ mL}} = \frac{x}{50 \text{ mL}}$$

$$x = \frac{50 \text{ mg} \times 50 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}}$$

$$x = 2,5 \text{ mg}$$

Jadi, larutan stok *methylene blue* dibuat dengan melarutkan 2,5 mg *methylene blue* dalam 50 mL aquades.

2. Larutan *methylene blue* 2 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$50 \text{ ppm} \times V_1 = 2 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 2 \text{ mL}$$

Jadi, larutan *methylene blue* 2 ppm dibuat dengan melarutkan 2 mL larutan stok 50 ppm dalam 50 mL aquades.

3. Larutan stok 4 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$50 \text{ ppm} \times V_1 = 4 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 4 \text{ mL}$$

Jadi, larutan *methylene blue* 4 ppm dibuat dengan melarutkan 4 mL larutan stok 50 ppm dalam 50 mL aquades.

4. Larutan stok 6 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$50 \text{ ppm} \times V_1 = 6 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 6 \text{ mL}$$

Jadi, larutan *methylene blue* 5 ppm dibuat dengan melarutkan 6 mL larutan stok 50 ppm dalam 50 mL aquades.

5. Larutan stok 8 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$50 \text{ ppm} \times V_1 = 8 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 8 \text{ mL}$$

Jadi, larutan *methylene blue* 7 ppm dibuat dengan melarutkan 8 mL larutan stok 50 ppm dalam 50 mL aquades.

6. Larutan stok 10 ppm

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$50 \text{ ppm} \times V_1 = 10 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

Jadi, larutan *methylene blue* 10 ppm dibuat dengan melarutkan 10 mL larutan stok 50 ppm dalam 50 mL aquades.

Lampiran 4 Perhitungan

L.4.1 Randemen Selulosa

$$\begin{aligned}\text{Randemen} &= \frac{\text{massa awal} - \text{massa akhir}}{\text{massa awal}} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{L.4.1}) \\ &= \frac{50,0 \text{ gram} - 32,0 \text{ gram}}{50,0 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 36 \%\end{aligned}$$

L.4.2 Ukuran Kristal TiO₂

Ukuran kristal *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat (TiO₂= 0,4; 0,6; dan 0,8 gram) menggunakan (persamaan 3.1).

$$D = \frac{K\lambda}{\beta \cos \theta}$$

Dengan : D = ukuran kristal (nm)

K = konstanta (0,9)

λ = panjang gelombang

β = integrasi luas puncak refleksi (FWHM)

Tabel L.4.1 Ukuran kristal *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat (TiO₂= 0,4; 0,6; dan 0,8 gram)

Material	2 θ	FWHM (radians)	Ukuran kristal (nm)
<i>Beads</i> 0,4 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	25,387	0,138	58,58
<i>Beads</i> 0,6 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	25,465	0,14	58,17
<i>Beads</i> 0,8 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	25,434	0,198	41,13

1. *Beads* 0,4 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat

$$D = \frac{K\lambda}{\beta \cos \theta} = \frac{0,9 \times 0,154060}{0,139 \cos 12,6935} = 58,58 \text{ nm}$$

2. *Beads* 0,6 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat

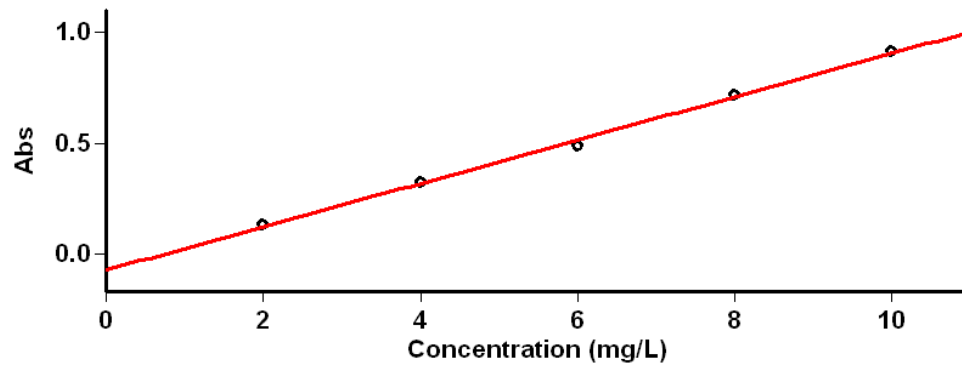
$$D = \frac{K\lambda}{\beta \cos \theta} = \frac{0,9 \times 0,154060}{0,14 \cos 12,7325} = 58,17 \text{ nm}$$

3. *Beads* 0,8 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat

$$D = \frac{K\lambda}{\beta \cos \theta} = \frac{0,9 \times 0,154060}{0,198 \cos 12,717} = 41,13 \text{ nm}$$

L.4.3 Kurva Standar *Methylene blue*

Kurva standar *methylene blue* 10 ppm untuk mengetahui nilai absorbansi dari larutan *methylene blue*



Gambar L.4.1 Kurva standar *methylene blue* 10 ppm

Nilai absorbansi *methylene blue* :

$$\text{Absorbansi} = 0.09803x - 0.07393$$

Menghitung nilai konsentrasi *methylene blue* kontrol:

$$X_0 = \left(\frac{0,7393 + 0,9188}{0,0980} \right) = 10,1148 \text{ ppm}$$

L.4.4 Uji Aktivitas Fotokatalitik

Uji aktivitas fotokatalitik dari *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat (TiO₂= 0,4; 0,6; dan 0,8 gram) pada kondisi gelap dan terang menggunakan (persamaan 4.3):

$$\% \text{ Degradasi} = \left(\frac{X_0 - X_t}{X_t} \right) \times 100 \%$$

Keterangan : X₀ = konsentrasi *methylene blue* sebelum didegradasi

X_t = konsentrasi *methylene blue* sesudah didegradasi

A. Kondisi Terang

Tabel L.4.2 Data hasil uji fotodegradasi *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat dalam kondisi terang (sinar UV)

Material	Absorbansi		Rata-rata	X_0 (ppm)	X_t (ppm)	% D
	I	II				
<i>Beads</i> Alginat-Selulosa xantat	0,5018	0,5279	0,5148	10,1148	5,9907	40,7
<i>Beads</i> 0,4 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	0,3433	0,3620	0,3526	10,1148	4,3361	57,1
<i>Beads</i> 0,6 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	0,4221	0,4328	0,4374	10,1148	5,2011	48,5
<i>Beads</i> 0,8 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	0,3655	0,2593	0,3124	10,1148	3,9260	61,1

Menghitung nilai % degradasi :

1. *Beads* Alginat-Selulosa xantat

$$X_t = \left(\frac{0,7393+0,5148}{0,0980} \right) = 5,9907 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Degradasi} = \left(\frac{10,1148-5,9907}{10,1148} \right) \times 100 \% = 40,7\%$$

2. *Beads* 0,4 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat

$$X_t = \left(\frac{0,7393+0,3256}{0,0980} \right) = 4,3361 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Degradasi} = \left(\frac{10,1148-4,3361}{10,1148} \right) \times 100 \% = 57,1 \%$$

3. *Beads* 0,6 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat

$$X_t = \left(\frac{0,7393+0,4374}{0,0980} \right) = 5,9907 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Degradasi} = \left(\frac{10,1148-5,2011}{10,1148} \right) \times 100 \% = 48,5 \%$$

4. *Beads* 0,8 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat

$$X_t = \left(\frac{0,7393+0,3124}{0,0980} \right) = 5,9907 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Degradasi} = \left(\frac{10,1148-3,9260}{10,1148} \right) \times 100 \% = 61,1 \%$$

B. Kondisi Gelap

Tabel L.4.3 Data hasil uji fotodegradasi *beads* TiO₂/Alginat-Selulosa xantat dalam kondisi gelap (tanpa disinari UV)

Material	Absorbansi		Rata-rata	X_0 (ppm)	X_t (ppm)	% D
	I	II				
<i>Beads</i> Alginat-Selulosa xantat	0,5943	0,5992	0,5967	10,1148	6,8535	32,2
<i>Beads</i> 0,4 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	0,5316	0,4754	0,5035	10,1148	5,5903	44,7
<i>Beads</i> 0,6 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	0,3958	0,5185	0,4571	10,1148	6,0301	40,3
<i>Beads</i> 0,8 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	0,4396	0,4220	0,4308	10,1148	5,2250	48,3

Menghitung nilai % degradasi :

1. *Beads* Alginat-Selulosa xantat

$$X_t = \left(\frac{0,7393+0,5992}{0,0980} \right) = 6,8535 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Degradasi} = \left(\frac{10,1148-6,8535}{10,1148} \right) \times 100 \% = 32,2\%$$

2. *Beads* 0,4 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat

$$X_t = \left(\frac{0,7393+0,4754}{0,0980} \right) = 5,5903 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Degradasi} = \left(\frac{10,1148-5,5903}{10,1148} \right) \times 100 \% = 44,7 \%$$

3. *Beads* 0,6 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat

$$X_t = \left(\frac{0,7393+0,5185}{0,0980} \right) = 6,0301 \text{ ppm}$$

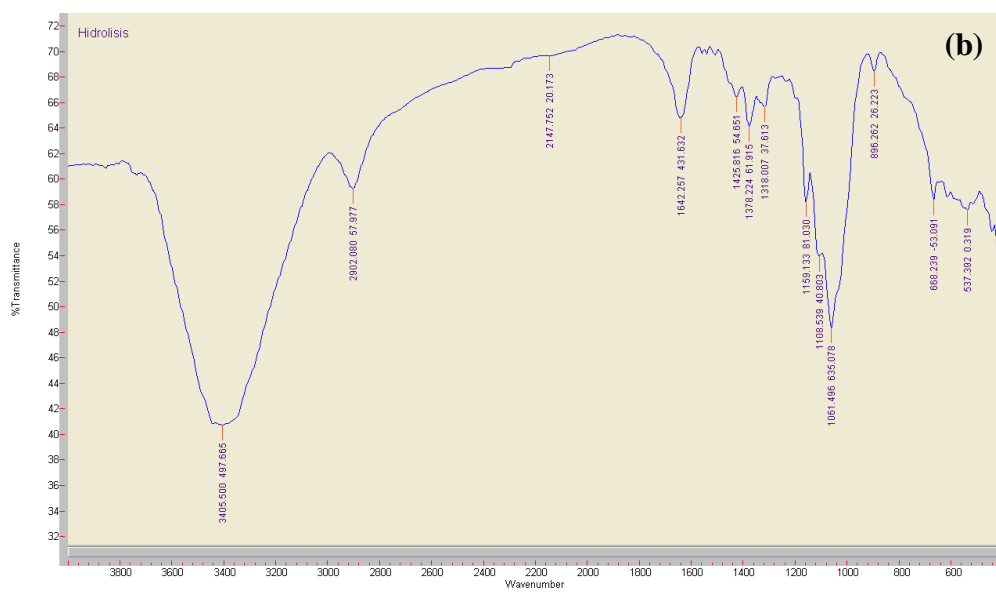
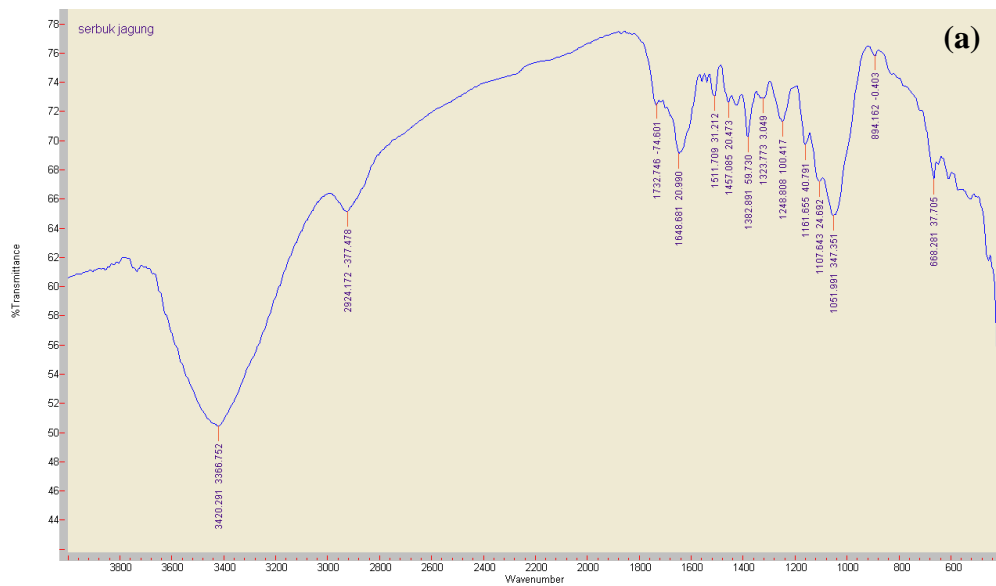
$$\% \text{ Degradasi} = \left(\frac{10,1148-6,0301}{10,1148} \right) \times 100 \% = 40,3 \%$$

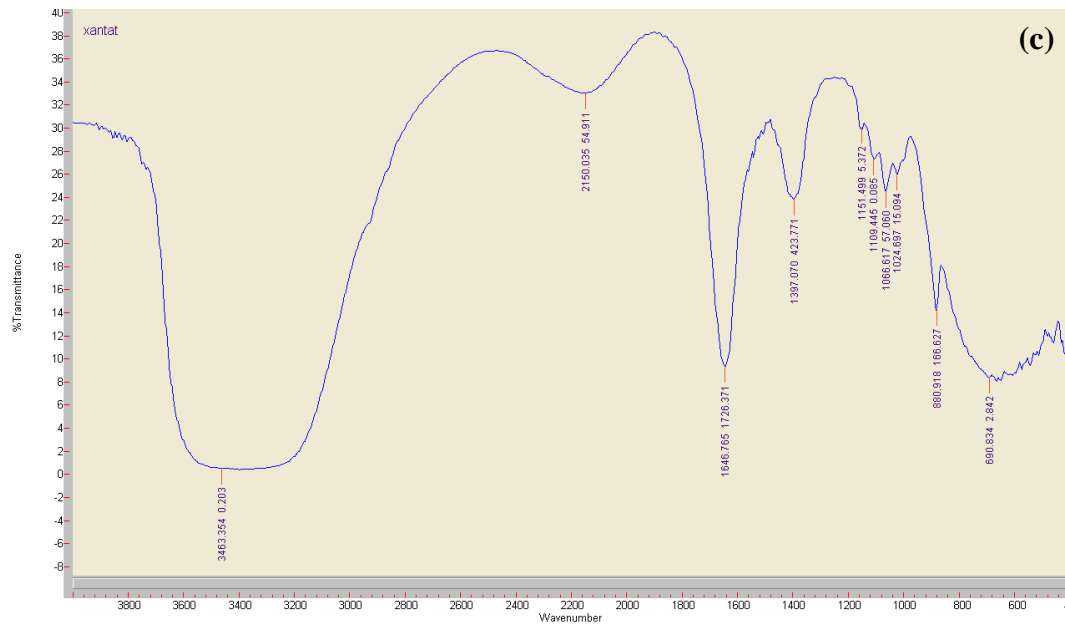
4. *Beads* 0,8 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat

$$X_t = \left(\frac{0,7393+0,4396}{0,0980} \right) = 5,2250 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Degradasi} = \left(\frac{10,1148-5,2250}{10,1148} \right) \times 100 \% = 48,3 \%$$

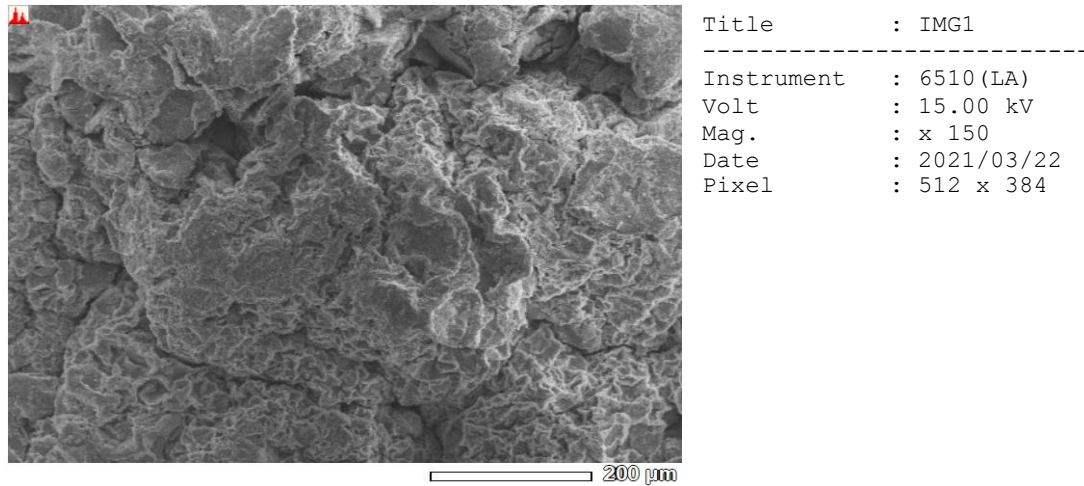
Lampiran 5 Hasil Karakterisasi FT-IR



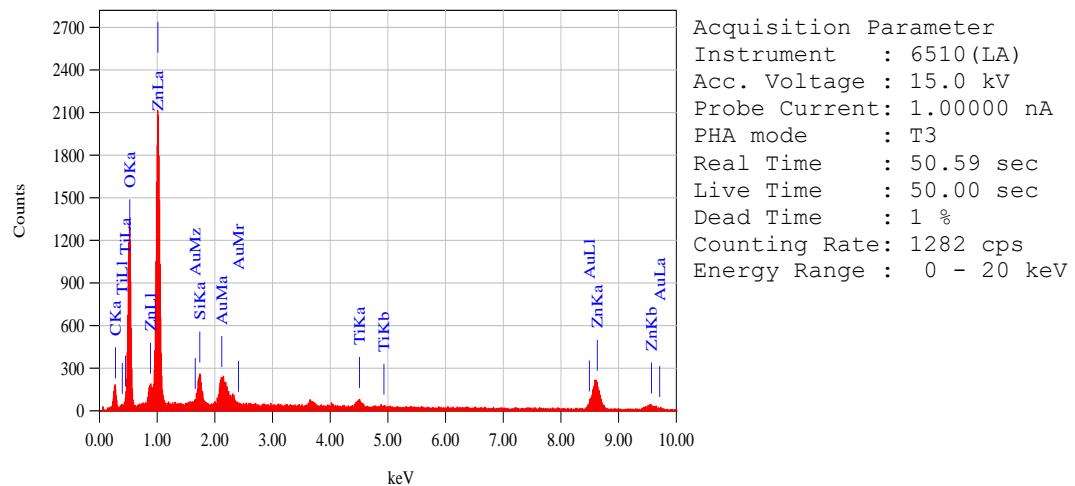


Gambar L.5.1 Spektra IR: (a) serbuk batang jagung; (b) selulosa setelah demineralisasi; dan (c) selulosa xantat

Lampiran 6 Hasil Karakterisasi SEM-EDS



Gambar L.6.1 Mikrograf SEM-EDS *beads* 0,8 TiO₂/Alginate-Selulosa xantat perbesaran 1000x

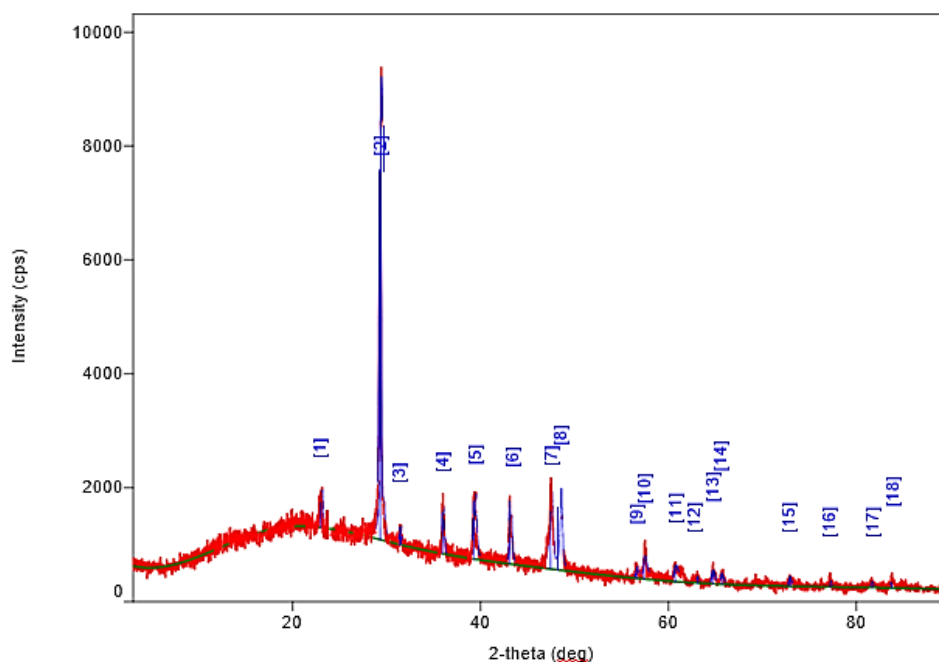


Gambar L.6.2 Hasil EDS *beads* 0,8 TiO₂/Alginate-Selulosa xantat

ZAF Method Standardless Quantitative Analysis
 Fitting Coefficient : 0.2167

Element	(keV)	Mass%	Error%	Atom%	Compound	Mass%	Cation	K
C K	0.277	13.02	0.09	27.34				3.7648
O K	0.525	33.14	0.09	52.26				38.5758
Si K	1.739	2.24	0.07	2.01				1.9492
Ti K	4.508	1.38	0.16	0.73				1.6190
Zn K	8.630	43.55	1.24	16.81				48.9006
Au M	2.121	6.67	0.28	0.85				5.1906
Total		100.00		100.00				

Lampiran 7 Hasil Karakterisasi XRD
L.7.1 Data XRD *Beads* Alginat-Selulosa xantat

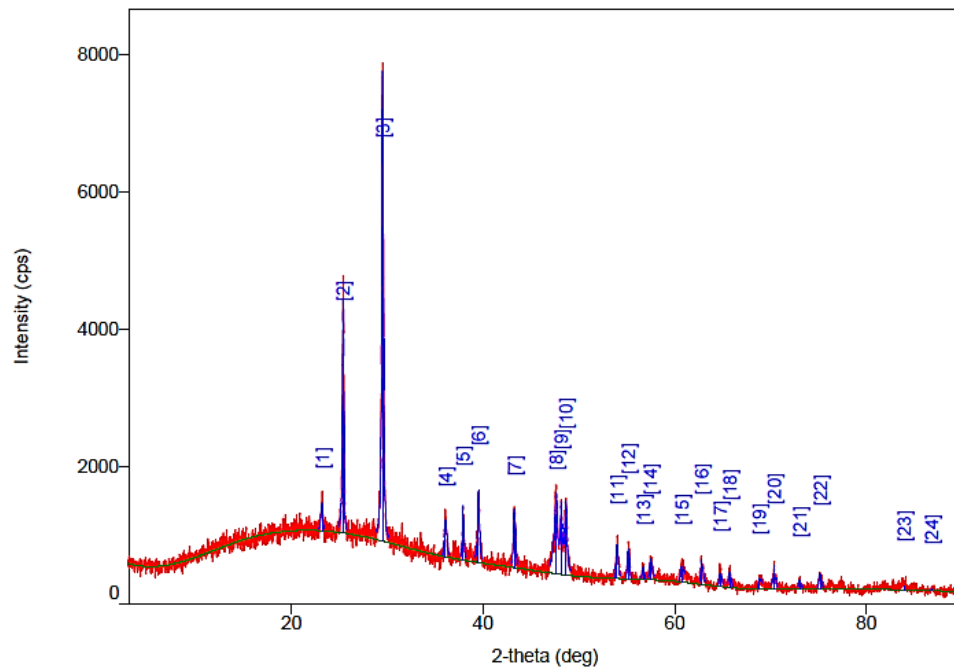


Gambar L.7.1 Difraktogram *beads* Alginat-Selulosa xantat

Tabel L.7.1 Daftar puncak XRD *beads* Alginat-Selulosa xantat

2-theta (deg)	d(ang.)	Height (cps)	FWHM (deg)	Int. I (cps deg)
23.140(9)	3.8407(14)	448(61)	0.26(4)	155(15)
29.442(6)	3.0313(6)	5974(223)	0.202(5)	1700(17)
31.555(4)	2.8330(3)	310(51)	0.05(3)	32(6)
35.982(7)	2.4940(5)	634(73)	0.22(2)	167(13)
39.46(2)	2.2819(14)	853(84)	0.25(2)	292(11)
43.225(12)	2.0913(6)	903(87)	0.18(2)	258(8)
47.530(9)	1.9115(3)	1029(93)	0.309(18)	540(13)
48.588(10)	1.8723(4)	1114(96)	0.220(18)	381(12)
56.60(6)	1.6249(16)	162(37)	0.21(8)	47(10)
57.407(15)	1.6039(4)	354(54)	0.31(8)	201(12)
60.73(3)	1.5239(8)	232(44)	0.43(5)	192(12)
63.08(3)	1.4726(5)	94(28)	0.17(7)	24(6)
64.74(6)	1.4389(11)	194(40)	0.31(5)	71(8)
65.65(3)	1.4209(6)	164(37)	0.25(5)	60(7)
72.960(15)	1.2956(2)	155(36)	0.21(5)	43(7)
77.23(9)	1.2343(12)	87(27)	0.37(19)	56(8)
81.67(3)	1.1780(4)	87(27)	0.33(6)	37(5)
83.77(13)	1.1538(14)	102(29)	0.46(18)	66(10)

L.7.2 Data XRD *Beads* 0,4 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat

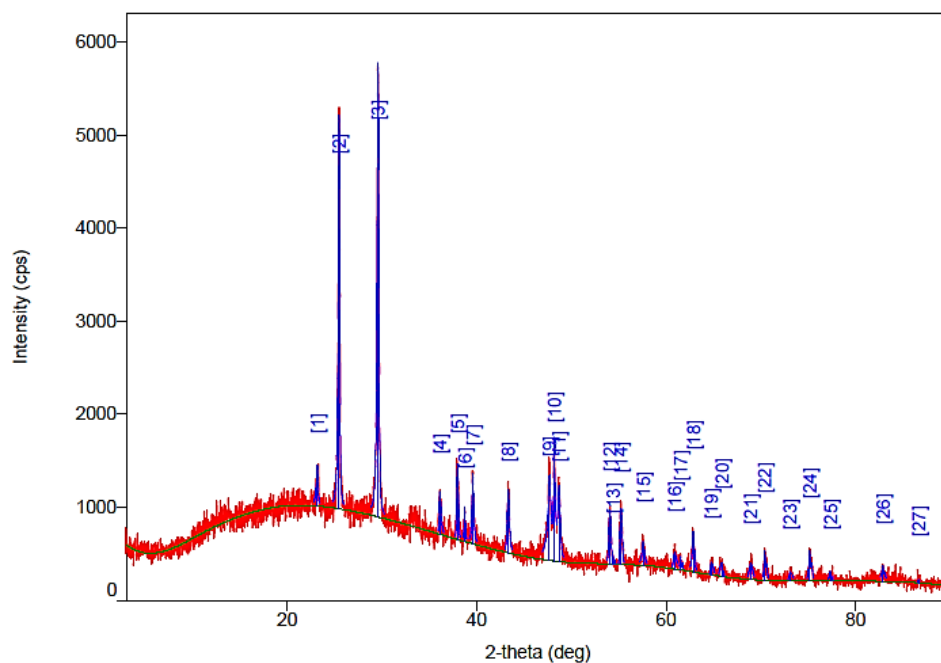


Gambar L.7.2 Defraktogram *beads* 0,4 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat

Tabel L.7.2 Daftar puncak XRD *beads* 0,4 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat

2-theta (deg)	d(ang.)	Height (cps)	FWHM (deg)	Int. I (cps deg)
23.228(13)	3.826(2)	275(48)	0.22(4)	71(12)
25.387(3)	3.5056(4)	2739(151)	0.139(8)	564(14)
29.522(8)	3.0233(8)	5231(209)	0.160(8)	1249(17)
36.07(4)	2.488(3)	382(56)	0.28(3)	121(13)
37.894(6)	2.3724(4)	695(76)	0.11(2)	129(9)
39.531(12)	2.2778(7)	869(85)	0.14(2)	223(11)
43.27(2)	2.0891(10)	698(76)	0.18(3)	182(10)
47.606(14)	1.9086(5)	873(85)	0.26(3)	420(21)
48.137(7)	1.8888(3)	759(80)	0.116(18)	160(14)
48.632(11)	1.8707(4)	849(84)	0.21(3)	320(21)
53.99(2)	1.6971(6)	434(60)	0.18(3)	103(7)
55.17(3)	1.6635(8)	357(55)	0.22(3)	83(8)
56.71(3)	1.6218(9)	153(36)	0.17(4)	27(6)
57.49(2)	1.6018(6)	274(48)	0.18(4)	88(7)
60.73(3)	1.5239(6)	191(40)	0.36(6)	117(8)
62.79(2)	1.4787(5)	334(53)	0.13(4)	84(7)
64.73(4)	1.4389(9)	169(37)	0.23(6)	47(7)
65.762(14)	1.4189(3)	190(40)	0.19(4)	60(6)
68.834(15)	1.3628(3)	152(36)	0.21(4)	55(6)
70.402(9)	1.33628(14)	292(49)	0.13(2)	80(5)
73.045(14)	1.2943(2)	119(32)	0.15(4)	24(5)
75.192(9)	1.26259(12)	194(40)	0.19(3)	43(5)
83.94(10)	1.1519(12)	66(23)	0.8(2)	92(12)
86.83(4)	1.1208(4)	31(16)	0.12(11)	4(4)

L.7.3 Data XRD *Beads* 0,6 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat

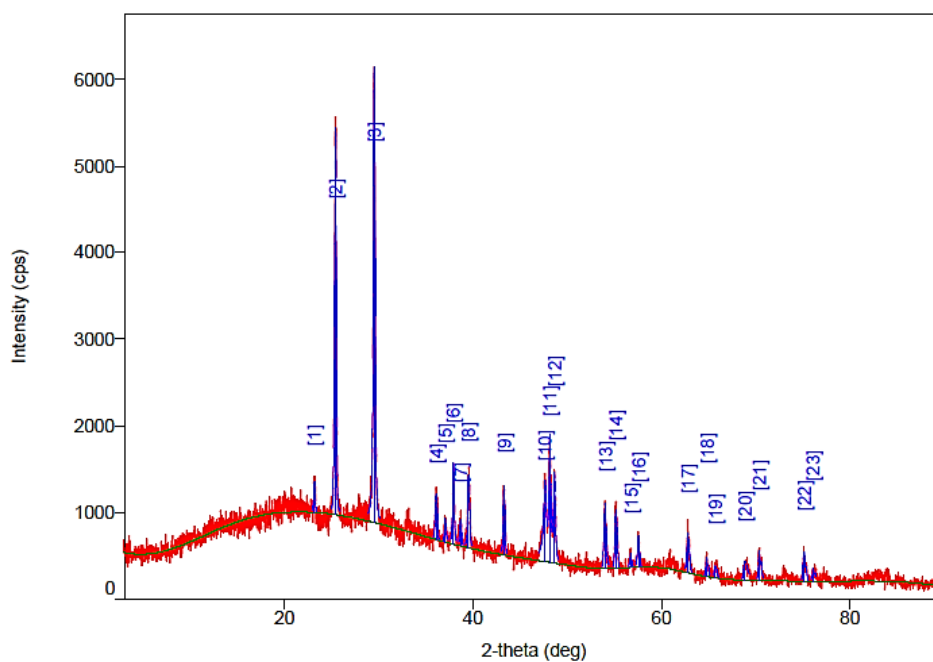


Gambar L.7.3 Defraktogram *beads* 0,6 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat

Tabel L.7.3 Daftar puncak XRD *beads* 0,6 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat

2-theta (deg)	d(ang.)	Height (cps)	FWHM (deg)	Int. I (cps deg)
23.1685	3.83597	320.973	0.164979	87.1228
25.465(6)	3.4950(8)	3355(167)	0.140(9)	723(15)
29.575(8)	3.0180(8)	3799(178)	0.165(8)	944(14)
36.119(8)	2.4848(5)	399(58)	0.10(3)	84(8)
37.97(2)	2.3677(15)	657(74)	0.16(2)	127(11)
38.740(8)	2.3225(5)	327(52)	0.07(3)	40(7)
39.598(16)	2.2741(9)	599(71)	0.17(3)	158(9)
43.351(19)	2.0856(9)	519(66)	0.21(3)	150(9)
47.670(17)	1.9062(6)	653(74)	0.29(3)	316(21)
48.194(7)	1.8867(3)	1025(92)	0.117(12)	200(13)
48.679(17)	1.8690(6)	614(72)	0.27(4)	277(24)
54.030(6)	1.69585(16)	527(66)	0.192(17)	122(8)
54.413(11)	1.6848(3)	80(26)	0.05(3)	5(3)
55.223(18)	1.6620(5)	525(66)	0.19(2)	112(8)
57.57(2)	1.5997(6)	217(43)	0.19(6)	73(8)
60.88(5)	1.5205(12)	153(36)	0.25(10)	64(9)
61.537(10)	1.5058(2)	120(32)	0.09(3)	11(4)
62.87(2)	1.4770(5)	374(56)	0.19(3)	106(7)
64.753(17)	1.4385(3)	136(34)	0.21(5)	34(6)
65.885(15)	1.4165(3)	115(31)	0.26(5)	32(7)
68.94(7)	1.3610(12)	137(34)	0.34(8)	58(7)
70.414(9)	1.33608(15)	295(50)	0.14(2)	70(5)
73.10(6)	1.2935(10)	93(28)	0.21(8)	31(5)
75.153(9)	1.26316(13)	311(51)	0.15(3)	81(6)
77.35(2)	1.2327(3)	92(28)	0.15(9)	20(6)
82.88(2)	1.1638(2)	149(35)	0.19(5)	56(6)
86.66(13)	1.1226(14)	35(17)	0.15(11)	6(5)

L.7.4 Data XRD *Beads* 0,6 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat



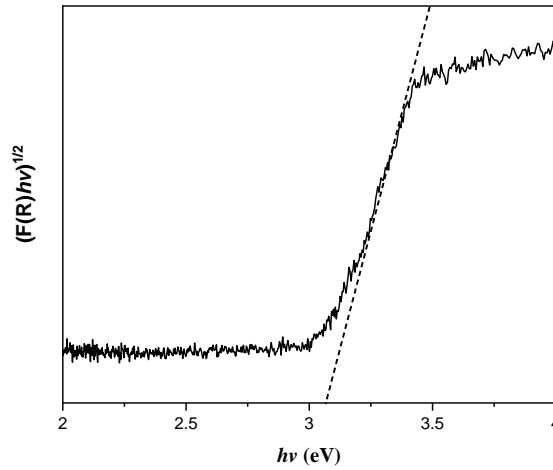
Gambar L.7.4 Defraktogram *beads* 0,8 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat

Tabel L.7.4 Daftar puncak XRD *beads* 0,6 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat

2-theta (deg)	d(ang.)	Height (cps)	FWHM (deg)	Int. I (cps deg)
23.151(15)	3.839(2)	275(48)	0.14(4)	48(11)
25.434(7)	3.4992(10)	3150(162)	0.198(5)	736(15)
29.534(8)	3.0221(8)	3894(180)	0.186(6)	997(14)
36.12(3)	2.485(2)	380(56)	0.23(2)	95(10)
37.06(3)	2.4240(18)	234(44)	0.12(4)	39(7)
37.909(14)	2.3715(9)	794(81)	0.143(19)	159(8)
38.69(5)	2.325(3)	241(45)	0.17(4)	48(8)
39.513(6)	2.2788(3)	721(78)	0.17(2)	169(9)
43.309(12)	2.0875(6)	679(75)	0.149(16)	135(7)
47.641(14)	1.9073(5)	666(75)	0.27(3)	296(16)
48.160(7)	1.8879(2)	1187(99)	0.137(12)	270(12)
48.648(8)	1.8701(3)	864(85)	0.162(18)	232(12)
54.031(16)	1.6958(5)	626(72)	0.189(18)	159(8)
55.172(17)	1.6634(5)	582(70)	0.200(17)	127(8)
56.768(11)	1.6204(3)	136(34)	0.15(4)	22(6)
57.558(9)	1.6000(2)	326(52)	0.158(17)	68(4)
62.80(2)	1.4785(4)	417(59)	0.20(3)	113(7)
64.82(3)	1.4372(6)	195(40)	0.19(3)	44(6)
65.68(2)	1.4204(4)	124(32)	0.21(6)	36(6)
68.85(4)	1.3627(6)	187(40)	0.30(6)	92(8)
70.394(18)	1.3364(3)	333(53)	0.15(2)	76(6)
75.149(8)	1.26321(12)	318(52)	0.211(14)	76(4)
76.09(3)	1.2499(5)	142(34)	0.14(6)	42(6)

Lampiran 8 Hasil Analisis UV-Vis DRS

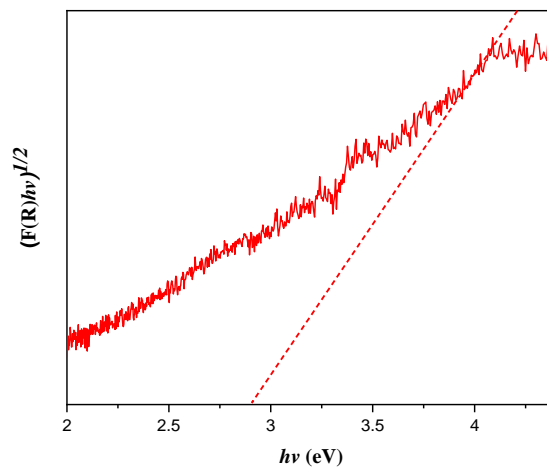
L.8.1 Energi Celah Pita dan Panjang Gelombang TiO₂



Gambar L.8.1 Spektra UV-Vis DRS energi celah pita TiO₂

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{4,13608 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s} \cdot 3 \times 10^8 \text{ m/s}}{3,06 \text{ eV}} = 405 \text{ nm}$$

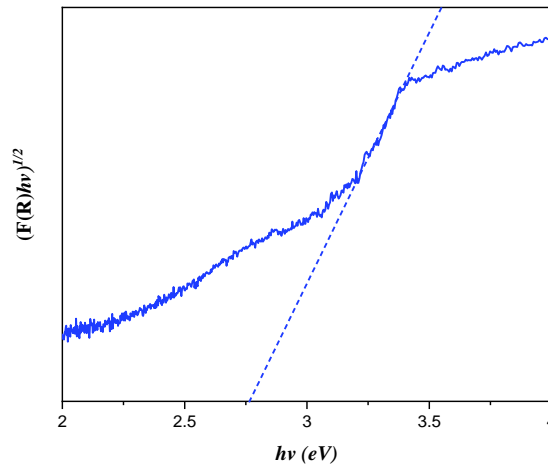
L.8.2 Energi Celah Pita dan Panjang Gelombang *beads* Alginat-Selulosa xantat



Gambar L.8.2 Spektra UV-Vis DRS energi celah pita *beads* Alginat-Selulosa xantat

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{4,13608 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s} \cdot 3 \times 10^8 \text{ m/s}}{3,06 \text{ eV}} = 429 \text{ nm}$$

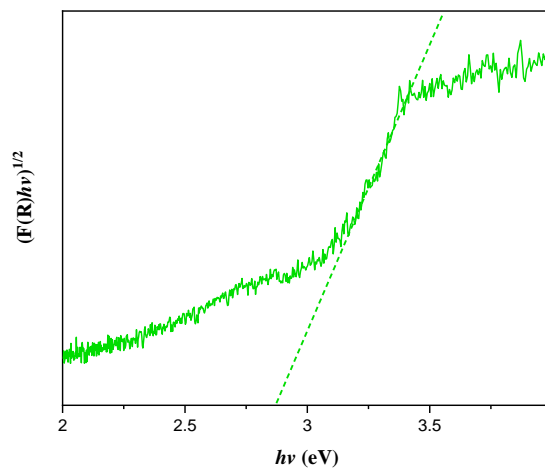
L.8.3 Energi Celah pita dan Panjang Gelombang *beads* 0,4 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat



Gambar L.8.3 Spektra UV-Vis DRS energi celah pita *beads* 0,4 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{4,13608 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s} \cdot 3 \times 10^8 \text{ m/s}}{3,06 \text{ eV}} = 449 \text{ nm}$$

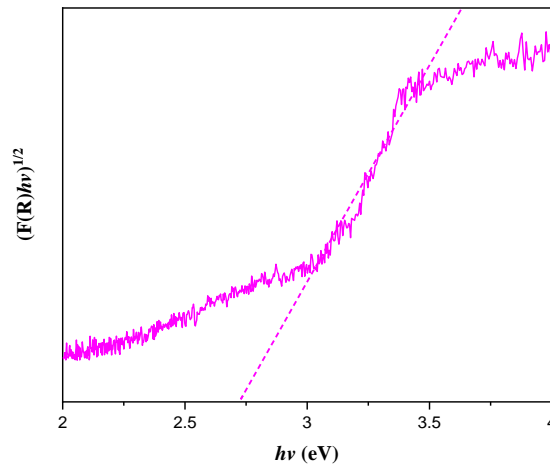
L.8.4 Energi Celah pita dan Panjang Gelombang *beads* 0,6 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat



Gambar L.8.4 Spektra UV-Vis DRS energi celah pita *beads* 0,6 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{4,13608 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s} \cdot 3 \times 10^8 \text{ m/s}}{3,06 \text{ eV}} = 433 \text{ nm}$$

L.8.5 Energi Celah pita dan Panjang Gelombang *beads* 0,8 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat

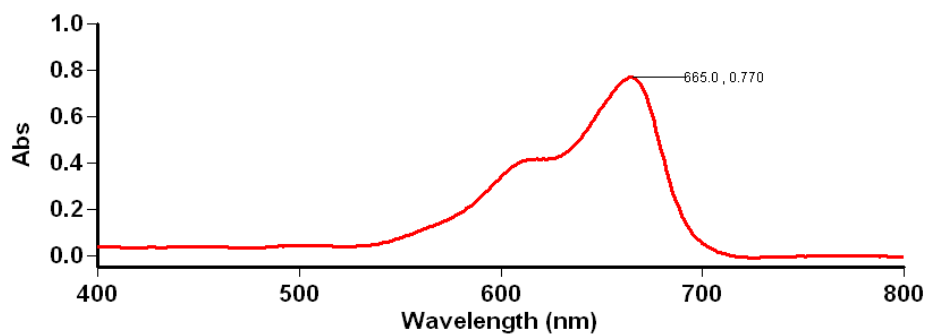


Gambar L.8.5 Spektra UV-Vis DRS energi celah pita *beads* 0,8 TiO₂/Alginat-Selulosa xantat

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{4,13608 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s} \cdot 3 \times 10^8 \text{ m/s}}{3,06 \text{ eV}} = 457 \text{ nm}$$

Lampiran 9 Hasil Analisis UV-Vis

L.9.1 Panjang Gelombang Maksimal *Methylene Blue*



Scan Analysis Report

Report Time : Fri 28 Aug 03:57:12 PM 2020
 Method:
 Batch: D:\Hidayatul Mufidah\Lamdha Maks Methylene Blue (28-08-2020).DSW
 Software version: 3.00(339)
 Operator: Rika

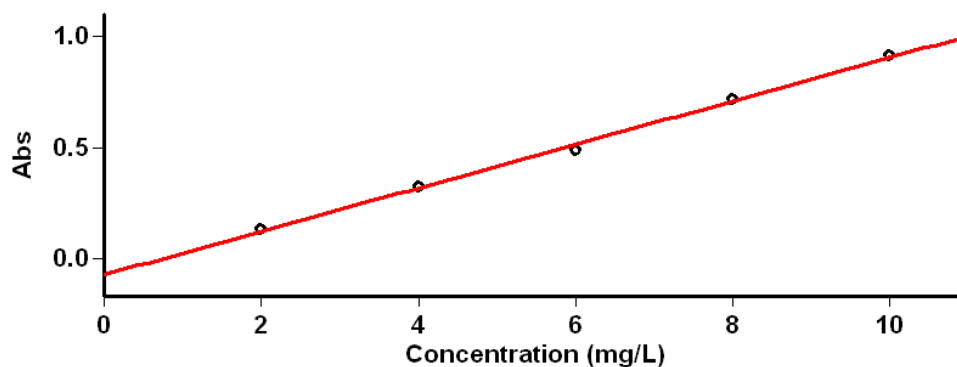
Sample Name: 6 ppm

Collection Time 8/28/2020 3:57:42 PM

Peak Table
 Peak Style Peaks
 Peak Threshold 0.0100
 Range 800.0nm to 400.0nm

Wavelength (nm)	Abs
665.0	0.770

L.9.2 Kurva Standar *Methylene Blue*



Concentration Analysis Report

Report time 11/16/2020 2:44:47 PM
 Method
 Batch name D:\Hidayatul Mufidah\Kurva Standar Methylene Blue (16-11-2020).BCN
 Application Concentration 3.00 (339)
 Operator Rika
 Instrument Settings
 Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 665.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Standard/Sample averaging OFF
 Weight and volume corrections OFF
 Fit type Linear
 Min R² 0.95000
 Concentration units mg/L

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1211)	665.0

Calibration

Collection time 11/16/2020 2:45:07 PM

Standard	Concentration mg/L	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Std 1						0.1303 0.1305 0.1303
	2.0		0.1304	0.0001	0.10	
Std 2						0.3232 0.3226 0.3219
	4.0		0.3226	0.0006	0.20	
Std 3						0.4871 0.4864 0.4863
	6.0		0.4866	0.0004	0.08	
Std 4						0.7193 0.7192 0.7190
	8.0		0.7192	0.0002	0.02	

Std 5					0.9133
					0.9114
	10.0	0.9124	0.0010	0.11	0.9123

Calibration eqn	Abs = 0.09803*Conc -0.07393
Correlation Coefficient	0.99749
Calibration time	11/16/2020 2:46:09 PM

Results Flags Legend

U = Uncalibrated	O = Overage
N = Not used in calibration	R = Repeat reading

L.9.2 Absorbansi *Methylene Blue* Kondisi Gelap dan Terang

Advanced Reads Report

Report time 11/13/2020 3:20:45 PM
 Method
 Batch name D:\Hidayatul Mufidah\Absorbansi Methylene Blue
 Kondisi Gelap & Terang (13-11-2020).BAB
 Application Advanced Reads 3.00(339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 665.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1217)	665.0

Analysis

Collection time 11/13/2020 3:20:45 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
Blangko					0.9440 0.9442 0.9444
		0.9442	0.0012	0.22	
Gelap 0 a					0.5927 0.5947 0.5953
		0.5943	0.0013	0.23	
Gelap 0 b					0.5996 0.5995 0.5984
		0.5992	0.0007	0.11	
Gelap 0,4 a					0.5325 0.5318 0.5306
		0.5316	0.0010	0.18	
Gelap 0,4 b					0.4751 0.4749 0.4761
		0.4754	0.0006	0.13	
Gelap 0,6 a					0.3959 0.3964 0.3951
		0.3958	0.0007	0.17	
Gelap 0,6 b					0.5187 0.5183 0.5186
		0.5185	0.0002	0.03	
Gelap 0,8 a					0.4404 0.4394 0.4391
		0.4396	0.0007	0.16	
Gelap 0,8 b					0.4222 0.4219 0.4219
		0.4220	0.0001	0.04	
Terang 0 a					0.5278

	0.5279	0.0001	0.03	0.5280 0.5279
Terang 0 b				0.5016 0.5020 0.5018
	0.5018	0.0002	0.05	
Terang 0,4 a				0.3430 0.3436 0.3433
	0.3433	0.0003	0.08	
Terang 0,4 b				0.3612 0.3622 0.3626
	0.3620	0.0007	0.19	
Terang 0,6 a				0.4423 0.4426 0.4413
	0.4421	0.0007	0.16	
Terang 0,6 b				0.4332 0.4331 0.4319
	0.4328	0.0007	0.16	
Terang 0,8 a				0.3658 0.3658 0.3648
	0.3655	0.0005	0.15	
Terang 0,8 b				0.2592 0.2592 0.2595
	0.2593	0.0002	0.07	

Lampiran 10 Hasil Karakterisasi Mikroskop Optik

L.10.1 Ukuran Diameter *Beads* TiO₂/Alginat-Selulosa Xantat (TiO₂= 0; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram) Sebelum direndam Larutan *Methylene Blue*

Material	Diameter (mm)
<i>Beads</i> Alginat-Selulosa xantat	1,623
	1,724
	1,646
	1,569
	1,646
	1,628
	1,520
	1,557
	1,563
	1,617
<i>Beads</i> 0,4 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	1,482
	1,597
	1,608
	1,700
	1,576
	1,624
	1,700
	1,471
	1,400
<i>Beads</i> 0,6 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	1.775
	1.769
	1.735
	1.723
	1.808
	1.735
	1.499
	1.688
	1.983
<i>Beads</i> 0,8 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	1.932
	1,663
	1,640
	1,657
	1,640
	1,657
	1,674
	1,829
	1,734
	1,576
	1,629

L.10.2 Hasil Pengukuran Diameter *Beads* TiO₂/Alginat-Selulosa Xantat (TiO₂= 0; 0,4; 0,6; dan 0,8 gram) Sesudah direndam Larutan *Methylene Blue*

Material	Diameter (mm)
<i>Beads</i> Alginat-Selulosa xantat	1.758
	1.873
	1.801
	1.692
	1.753
<i>Beads</i> 0,4 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	1.791
	1.740
	1.989
	1.905
	1.609
<i>Beads</i> 0,6 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	1.869
	2.002
	2.075
	1.962
	2.060
<i>Beads</i> 0,8 TiO ₂ /Alginat-Selulosa xantat	1,815
	1,842
	1,873
	1,716
	1,750